

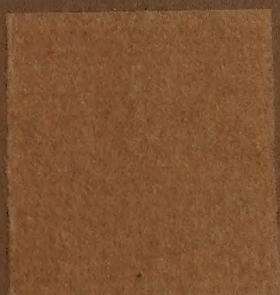
6.08  
5.10  
Legata apmala pret  
Acta Horti Botanici.

Nachlass von Prof. N. Malffa 553.

SOCIETAS PRO FAUNA ET FLORA FENNICA

# ACTA BOTANICA FENNICA

13—16



HELSINGFORSIAE 1934—1935

HELSINGFORS  
Akademische Buchhandlung

BERLIN  
R. Friedländer & Sohn





SOCIETAS PRO FAUNA ET FLORA FENNICA

# ACTA BOTANICA FENNICA

13—16



*Inv. 1935: 1577.*

HELSINGFORSIAE 1934—1935

✓





ACTA BOTANICA FENNICA 13  
EDIDIT  
SOCIETAS PRO FAUNA ET FLORA FENNICA


ÜBER DIE  
VEGETATION DER FLUGSANDGEBIETE  
AN DEN KÜSTEN FINNLANDS

II. TEIL  
DIE RANDDÜNEN

VON  
BERTEL LEMBERG

MIT 2 TAFELN

HELSINGFORSIAE 1934



HELSINGFORS  
1 9 3 4  
DRUCK VON A.-G. F. TILGMANN

## Inhaltsverzeichnis.

	Seite
<i>Kap. I. Die Entstehung der Randdünen</i> .....	5
<i>Kap. II. Die Wanderung der Dünen</i> .....	7
<i>Kap. III. Die Vegetation der Randdünen</i> .....	13
A. Die Übersandung der ursprünglichen Vegetation .....	14
1. Die Bodenschicht .....	14
2. Die Feldschicht .....	15
3. Die Baumschicht .....	16
B. Die neueintretende Vegetation .....	17
1. Die Laubbaumdünen .....	18
2. Die Kieferndünen .....	20
Verzeichnis der Pflanzen der Wanderdünen .....	25
Verzeichnis der sekundär auf den Kieferndünen auftretenden Pflanzen .....	27





## Kap. I. Die Entstehung der Randdünen.

Im ersten Teil dieser Arbeit (LEMBERG 1933, S. 5, 10) wurde erwähnt, dass die nach innen zu gelegenen Teile der meisten der von mir untersuchten Flugsandfelder von einer hohen, mit Bäumen bewachsenen Randdüne bogenförmig umgeben sind.

In einigen Fällen besteht der Kern dieser Dünen aus Osmaterial, das im Laufe der Zeit mit Flugsand bedeckt worden ist, in anderen Fällen ist die Randdüne durchgehends von Flugsand aufgebaut.

Die Dünen des ersten Typs sind augenscheinlich so entstanden, dass den Osen, während sie infolge der säkularen Landhebung langsam aus dem Meere emporstiegen, Flugsand von einem allmählich anwachsenden Litoral zugeführt wurde; ein Teil des fraglichen feinen Sandes stammt aus den Osen selbst, von denen er im Verlaufe der Landhebung abgespült wurde (Teil I, S. 12, LEIVISKÄ 1905). Solche Doppelbildungen von Oskern und Dünenmantel sind die meisten von mir untersuchten Randdünen auf Hangö-udd; auch die hohe Düne von Kuolemajärvi (Teil I, S. 12) gehört zu diesem Typ.

Die Frage der Entstehung der übrigen ganz von Flugsand aufgebauten Randdünen in Finnland ist ohne eingehendere Untersuchung nicht zu beantworten. Man könnte sich denken, dass einige von den auf Flugsandfeldern gebildeten weissen oder grauen Dünen, die in gewöhnlichen Fällen zu parallel mit dem Wassersaume verlaufenden Reihen angeordnet sind, nach Zerstörung der Pflanzendecke zu wandern begonnen haben und zwar die näher am Meere liegenden jüngeren mit grösserer Schnelligkeit als die landeinwärts gelegenen älteren Dünen. Als jene die letztgenannten erreichten, verschmolzen sie mit diesen, überzogen sich mit Vegetation und wurden so stabilisiert. Schliesslich entwickelte sich zwischen der auf diese Weise aufgebauten Randdüne und dem Meere ein immer ausgedehnteres Flugsandfeld (Vergl. Teil I, S. 10).

Dass Dünen auf diese Weise andere Dünen erreichen und mit ihnen zu einer Düne, die höher ist als die Komponenten, verwachsen können, ist wohl nicht ungewöhnlich. Solche Fälle werden auch in der Dünenliteratur erwähnt. So gibt HARTNACK (1926, S. 230—231) Beispiele dafür, dass jüngere Dünen durch Wanderung ältere erreicht und diese sich unterworfen haben. Einige von unseren Randdünen sind sicher das Ergebnis einer solchen Vereinigung von zwei

oder mehreren Dünen. Dahin gehört u. a. die Randdüne von Merikylänpakka auf Tauvo. An der Meeresseite dieser Düne fand sich früher die 3—4 m hohe Karsinanperänpakka-Düne, von der ROSBERG (1894—1895, S. 89) berichtet. Bei LEIVISKÄS (1905, S. 67) Besuch auf Tauvo war die Düne zum grossen Teil aufgelöst, im Hintergrunde des Flugsandfeldes hatten sich kleine Dünen um Erlen herum gebildet. Als ich im Jahre 1926 das Dünengebiet besuchte, war von der Düne keine Spur mehr zu finden; ihr Sand war landeinwärts geführt worden und hatte die von LEIVISKÄ erwähnte Dünenreihe in die 3—5 m hohe Randdüne von Merikylänpakka verwandelt (siehe auch KROGERUS 1932, S. 85). Auch die grosse Düne auf der E-Küste von Seiskari ist, mindestens in ihrem zentralen Abschnitt, aus 12—13 Dünen zusammengesetzt. Durch Vereinigung mehrerer Dünen sind auch die Randdünen zwischen Lavansaari und Suisaari entstanden.

Eine zweite Theorie stellt die Entstehung der hohen Dünen in Zusammenhang mit den ausserhalb der Dünengebiete vorkommenden, parallel zum Wassersaume verlaufenden sublitoralen Sandbänken. So ist NILSSON (1905, S. 325) der Meinung, dass, wenn der Meeresboden an Sandküsten mit weit voneinander entfernten, durch sandarme Partien unterbrochenen Sandbänken bedeckt ist, Zeiten mit grosser Sandzufuhr mit Zeiten, während welcher die Zufuhr unbedeutend ist, abwechseln. Bei der Landhebung würden neue Partien des Meeresbodens sukzessiv in den Wellenbereich gebracht und die Ankunft einer Sandbank leite eine Periode mit intensivem Dünenbau und hohen Dünen ein.

Auch SOLGER (1910, S. 52) ist der Meinung, dass ein Zusammenhang zwischen den hohen Dünen und den im Meere gelegenen Sandbänken nachzuweisen sei. Der gegenseitige Abstand der letztgenannten, sagt er im Hinblick auf die Verhältnisse bei Swinemünde, ist beinahe derselbe wie zwischen den waldbewachsenen Dünenwellen. Hinsichtlich der Wanderung der Sandbänke nach den Ufern hebt SOLGER (S. 16) hervor, dass diese nicht als ganze, kompakte Sandwellen nach dem Ufer zu wandern, sondern in der Brandungszone aufgelöst werden; dieser Meinung ist auch HARTNACK (1926).

SOLGER (l. c., S. 52) gibt auch eine zweite Erklärungsmöglichkeit für die Entstehung der hohen Küstendünen, die er auf der Strecke Swinemünde-Misdroy studiert hat. Dass Perioden mit Dünenbildung mit Perioden, wo die Dünenbauwirksamkeit erlahmt ist, abwechseln, ist nach ihm durch den Wechsel zwischen feuchten und trockenen Zeitabschnitten zu erklären. Während einer feuchten Periode besitzen die Pflanzen — SOLGER geht hier von dem Gedanken aus, dass die Entstehung der Dünen durch das Zusammenwirken von Pflanzen, Sand und Wind bedingt sei — alle Voraussetzungen sich auf der Uferfläche auszubreiten. Während der dann folgenden Trockenperiode ist die Ausbreitung der Pflanzen auf den Teil der Uferfläche, den sie in der vorigen



Periode einnahmen, beschränkt; in dieser Zone und nur hier findet Sandakkumulierung statt, weshalb der Pflanzengürtel einen gut abgegrenzten Dünenwall aufbaut. In der feuchten Periode, die jene unterbricht, verbreiten sich Pflanzen aufs neue auf der Uferfläche, bauen hier eine Düne auf, die meerswärts von der vorigen gelegen ist, und diese wächst während der folgenden Trockenperiode immer höher.

Diese von SOLGER aufgestellte Theorie, die er übrigens nicht als die einzige Erklärungsmöglichkeit betrachtet, findet eine Stütze in Untersuchungen, die von KEILHACK (1914, S. 230—231) ausgeführt sind. Mit Hilfe von Karten aus den 4 letzten Jahrhunderten hat er nachweisen können, dass die ca. 6 m hohen, zu gewissen Systemen bei Swinemünde gehörigen Dünen, in Zeitintervallen von im Durchschnitt 35 Jahren entstanden sind. Diese Zeitperioden stimmen mit den bekannten von BRÜCKNER gefundenen Ergebnissen betr. die Länge der kleinen Perioden der Klimawechsel überein.

Wahrscheinlich werden spätere Untersuchungen einen Zusammenhang zwischen dem Sandvorrat der Dünengebiete Finnlands und dem Wechsel von regenreichen und trockenen Perioden bestätigen. Den Dünengebieten, die an Flussmündungen liegen — Kuokkala, Kellomäki, Ytterö, Kalajoki, Tauvo usw. — wird während regenreicher Perioden viel mehr Sand als in trockenen Zeiten zugeführt, was davon abhängt, dass die Sedimentation in der Nachbarschaft der Dünengebiete gerade in der erstgenannten Periode viel grösser ist als in der zweiten. Indessen erfordert die Entstehung unserer Randdünen und der mit ihnen parallelen, landeinwärts gelegenen bewaldeten Dünen, die in gewissen Küstengebieten in grosser Anzahl auftreten, erheblich mehr Zeit als die von KEILHACK erwähnten jungen Dünen bei Swinemünde. Sehr wahrscheinlich aber ist, dass unsere hohen Dünen, die Wanderdünen ausgenommen, in Abhängigkeit von einer Gesetzmässigkeit entstanden sind ähnlich der, die von SOLGER und KEILHACK nachgewiesen ist, in vielen Fällen jedoch infolge Vereinigung von zwei oder mehreren Dünen.

Einige von unseren Randdünen sind durch Wanderung zu ihren jetzigen Stellen gelangt, andere sind durch Sandakkumulierung an den Rändern von Sümpfen oder Lagunen, die landeinwärts die Dünengebiete abgrenzen, entstanden. In vielen Fällen ist die Bewegung des Sandes durch die Zerstörung der Dünenvegetation veranlasst unter Verhältnissen, die unten näher erläutert werden sollen.

## Kap. II. Die Wanderung der Dünen.

Die meisten der von mir besuchten Randdünen sind Wanderdünen, die sich von der Küste landeinwärts bewegen. Am typischsten sind die Wanderdünen von Seiskari, Ytterö, Vattaja, Kalajoki und Tauvo. Einige von ihnen

waren früher bewaldet, aber der Sand ist durch die Zerstörung der Vegetation frei geworden und die Düne hat zu wandern begonnen.

An den Küsten der Weltmeere ist die Vernichtung der Dünenvegetation gewöhnlich durch die Abrasion des Meeres veranlasst. Bekannt sind die Katastrophen, welche z. B. die Nordseeküste Europas infolge von Stürmen in Vereinigung mit der Springflut in früheren Zeiten erlitten hat, von denen auch die Dünenliteratur berichtet (siehe JENTSCH 1900, WARMING 1909, SOLGER 1910 u. a.).

Aber auch schwächere, anhaltende, gegen die Küsten gerichtete Winde, oder weit landeinwärts reichende Flutwellen reissen mindesten lokal die Vegetation auf und entblößen den Sand. Hier setzt die erodierende Wirksamkeit des Windes ein, vergrössert die »Wunde« in der Pflanzendecke, die nach und nach immer weiter aufgerollt wird, womit die Wanderung der Düne beginnt.

Dass auch Holzschlag Veranlassung zur Wanderung einiger der grossen Dünen Europas gegeben hat, ist bekannt. So erwähnt ENGLER (1902, S. 140), dass die Dünen am Golfe von Biskaya infolge Verwüstung der Wälder im Mittelalter in Bewegung geraten sind, und SOLGER (1910, S. 76) berichtet, dass nach rücksichtsloser Abholzung auf der Kurischen Nehrung in der Mitte des 18. Jahrhunderts die Dünen zu wandern begonnen haben.

Die Pflanzendecke auf den alten Küstendünen Finnlands wird sehr selten von den Meereswellen erreicht. Es müssen schon Orkane sein, wie der September-Sturm 1924, bei welchem das Meer im östlichen Teil des Finnischen Meerbusens 3—4 m über die normale Höhe stieg, die Folgen haben können, vergleichbar der oben geschilderten Wirksamkeit des Meeres.

In den meisten Fällen sind die Ursachen der Zerstörung der Vegetation auf unseren Dünen biotischer Art, wie die Anlage schmalerer oder breiterer Wege über die Dünen, das Sammeln von Gras, Reisig u. a., die Wirksamkeit einiger Tiere usw. Von grösserer Bedeutung ist der Holzschlag; von den physikalischen Ursachen muss besonders der Waldbrand hervorgehoben werden.

Die Küstendünen Finnlands sind infolge ihrer entfernten Lage gewöhnlich nicht als Verkehrslinien gebraucht worden. Eine Ausnahme bildet z. B. die hohe bewaldete Düne Tuomipakat in Kalajoki, die durch einen Weg, der über die Düne gezogen wurde, jetzt in zwei Abschnitte geteilt ist; die über die Randdüne von Kuokkala gehenden, zur Zeit wenig benutzten Wege haben keinen grösseren Einfluss auf die Vegetationsdecke der Düne gehabt.

In unseren Dünengebieten kommt Zerstörung der Pflanzendecke durch Tiere kaum in Betracht; in manchen anderen Ländern können diese dagegen bedeutenden Schaden anrichten. So berichtet WARMING (1909, S. 102), dass Schafe Löcher in die Dünen graben um Schutz gegen den starken Meereswind zu finden, und MASSART (1908) erwähnt, dass Kaninchen in den belgischen Dünen Höhlen graben und so die Pflanzendecke zerstören. Ein Gegenstück

hierzu in Finnland sind die Gänge, die Uferschwalben in einigen der alten Dünen auf Hailuoto (Karlö) gewühlt haben.

Der Schaden, den der Mensch in der Dünenvegetation anrichtet, ist sehr gross und in Finnland die Hauptursache der Wanderung der Dünen. Das Schneiden von Dünengras zur Dachdeckung, Feuerung, Streu u. a., das WAR-MING (l. c., S. 200) von den dänischen Dünen erwähnt, kommt bei uns kaum vor; auf den Dünenküsten des Ladoga-Sees schneiden die Fischer jedoch die biegsamen Ruten von *Salix acutifolia* und schaden hierdurch der Düne, auf der die Weiden wachsen. Dünen, die in der Nähe von Städten und anderen grösseren Ortschaften liegen, werden gern als Badestrand benutzt, wodurch in der Regel Gräser, Kräuter, Sträucher und Bäume zerstört werden. Das ist bei mehreren Dünengebieten der Karelischen Landenge und bei den Dünen von Hangö-udd, Ytterö, Kalajoki usw. der Fall.

In erster Linie ist es indessen, vom Waldbrand abgesehen, Holzschlag, der die Wanderung vieler Küstendünen Finnlands veranlasst hat. So ist Abholzung erwiesenermassen die Ursache gewesen, dass die grosse Düne Tahkokorvanpakka in Kalajoki zu wandern begonnen hat. Nach Mitteilung von Ortseingesessenen war die Düne und das nach dem Meere zu gelegene Flugsandfeld noch in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts bewaldet. Als die näher am Wasser stehenden Kiefern abgetrieben wurden, kam der Sand in Bewegung und überschwemmte den landeinwärts gelegenen Waldboden. Der Flugsand lagerte sich in meterhohen Schichten über demselben ab. Dann wurden die tiefeingesandeten Bäume an der Sandoberfläche abgehauen. Bei der Wanderung der Düne landeinwärts traten die Stümpfe sukzessiv aus dem Sande wieder hervor. ROSBERG (1894—1895, S. 85—86) gibt ihre Höhe auf 1—2 ½ m an, und LERVISKÄ (1905, Fig. 15 Pl. VIII) veröffentlicht eine gute Photographie des Stumpfwaldes. Jährlich werden aus dem Sande hervortretende Stümpfe abgehauen. Bei meinem Besuche im Sommer 1926 fand ich solche nur auf der Düne Tahkokorvanpakka. Sie waren grau und verwittert; die Rinde fehlte, in vielen Fällen war nur das Kernholz übrig; die Höhe der Stümpfe über der Sandoberfläche betrug 1—1 ½ m.

Ein ähnliches Schicksal haben einige der bewaldeten Dünen auf der Karelischen Landenge, auf Lavansaari und Seiskari gehabt. So war das ganze Dünengebiet auf der Ostküste von Seiskari früher mit Wald bedeckt, wovon noch die bei Sandflug entblösten Baumstümpfe zeugen. Auch hier hat Waldverwüstung das Freiwerden des Flugsandes veranlasst, welches nach ILVESALO (1927, S. 10—11) vor 200—300 Jahren stattgefunden haben soll.

Die Wanderungsgeschwindigkeit der Dünen ist von ihrer Grösse und von der Unterlage, auf der sie wandern, abhängig. Je höher die Düne ist, hebt BASCHIN (1918, S. 51—52) hervor, desto langsamer wandert sie, weil es für eine höhere Düne längere Zeit erfordert so viel Sand von der Windseite



auf die Leeseite zu überführen, dass eine Vorwärtsbewegung zu Stande kommt. Siehe hierüber auch SOKOLOW (1894, S. 110), JENTSCH (1900, S. 154), SOLGER (1910, S. 74) u. a.

Die Bewegungsgeschwindigkeit im Jahre ist von vielen Forschern ermittelt worden. So berichtet SOLGER (1910, S. 113), dass gewisse »grosse Dünen« auf der Küste Hinterpommerns nach KEILHACKS Schätzung jährlich 7—10 m wandern, »kleine Dünen« dagegen bis zu 20 m. Die Düne Raabjerg mile in W-Jütland, die 30 m hoch ist, wandert jährlich im Durchschnitt 8 m nach E. (WARMING 1909, S. 28), und SOLGER (S. 76) gibt an, dass die hohen vegetationslosen Dünen auf der Kurischen Nehrung mit einer Geschwindigkeit von 6 m im Jahre wandern. Eine interessante Übersicht über die Wanderungsgeschwindigkeit und ihre Abhängigkeit von der Höhe der Dünen ist von HARTNACK (1926, S. 282—283) veröffentlicht worden. Die Tabelle, die auf Karten von verschiedenen Jahren fusst, umfasst eine grosse Anzahl hinterpommerscher Dünen und zeigt, dass Dünen von 13—20 m Höhe jährlich im Durchschnitt 11,7 m wandern, solche von 21—30 m Höhe 9,5 m, von 31—38 m Höhe 8,6 m und Dünen von 42—55,7 m Höhe 8,0 m.

Unsere Wanderdünen bewegen sich mit geringer Geschwindigkeit, was durch Widerstände zu erklären ist: die Wanderung vollzieht sich nämlich durch Wald, über Sümpfe, andere Dünen usw. Auch ist die Geschwindigkeit in den einzelnen Abschnitten der Dünen verschieden gross, was neben den angeführten Umständen auch in der verschiedenen Verteilung der Vegetation auf den Dünen seine Ursache hat. Von unseren Wanderdünen sind nur begrenzte Abschnitte vegetationslos, die übrigen Partien sind mit Bäumen bestanden, oder eigentlich von Wald, in den die Dünen eingewandert sind, durchzogen. Dass hierbei die pflanzenleere Partie der Düne schneller als die mit Bäumen bewachsene vorwärts rückt, ist natürlich. Beispiele für diesen Vorgang kann man auf unseren Dünen häufig finden, so z. B. auf den Wanderdünen von Kalajoki und Vattaja. Der nördliche Abschnitt der erstgenannten Düne, Tahkokorvanpakka, hat sich sogar aus seinem früheren Zusammenhang mit den bewaldeten Tuomipakat-Dünen gelöst und ist als Einzeldüne selbständig nach E gewandert. Eine solche Selbständigkeit erstrebt auch der beinahe kahle Dünenabschnitt Laakainperänpakka, welcher zur Wanderdüne von Vattaja gehört; er tritt als tiefer Bogen, als eine Art von »Ausstülpung« auf der grossen Düne hervor (Abb. 5).

Leider liegen nur wenige Angaben über die Bewegungsgeschwindigkeit unserer Wanderdünen vor. Nach ROSBERG (1894—1895, S. 82) wandert der Dünenabschnitt Laakainperänpakka durchschnittlich 6 m jährlich. Diese im Vergleich zu den hinterpommerschen Dünen geringe Geschwindigkeit beruht teils auf der grossen Breite der Düne — ca. 200 m Breite gegenüber 7—8 m Höhe — teils darauf, dass die Windstärke hier geringer ist als an der deut-

schen Ostseeküste. — Die Bewegungsgeschwindigkeit der grossen Wanderdüne auf Seiskari ist von ILVESSALO (1927, S. 12) geschätzt. Die Düne, die eine relative Höhe von 5—6 m hat, ist mit Kiefernwald durchwachsen, so dass ihre Geschwindigkeit minimal ist; ILVESSALO gibt diese für die Zeit 1844—1925 auf im Durchschnitt 1—1 ½ m im Jahre an.

Von Interesse ist, dass COWLES (1911, S. 78) beinahe dieselbe Wanderungsgeschwindigkeit für eine Düne am Michigansee nachgewiesen hat. Diese Düne, welche wie die Seiskari-Düne durch einen Wald, der jedoch aus Laubbäumen besteht, wandert, wurde von COWLES während einer Zeit von 15 Jahren beobachtet; ihre Bewegungsgeschwindigkeit beträgt 1—2 m jährlich.

Bei der Wanderung verändert sich die Form der Düne beträchtlich. Küstendünen, die lange gewandert sind, nehmen nach BRAUN (1911, S. 557—558) Parabelform an, was davon abhängt, dass der zentrale Abschnitt der Düne sich schneller als die Flanken bewegt, die im allgemeinen bewachsen sind oder durch Vegetation gegen Winde geschützt werden. Indessen zeigen die von mir untersuchten Wanderdünen nur Ansätze zur Parabelform; sie sind noch nicht weit gewandert, sondern befinden sich noch nahe am Meere. Die Wanderdüne von Seiskari hat sich während der 81 Jahre in ihrem zentralen Abschnitt ca. 100 m verschoben (ILVESSALO 1927, S. 12); dieser befindet sich jetzt 600 m vom Meere entfernt, während die Flanken 100 m hiervon gelegen sind.

Dass die Höhe der Dünen bei der Wanderung abnimmt, ist von vielen Forschern festgestellt worden. So erwähnt WARMING (1909, S. 28), dass die Düne Raabjerg mile in 8 Jahren während ihrer Wanderung nach E 2 m an Höhe verloren hat. Ähnliche Beobachtungen haben u. a. SOKOLOW (1894, S. 110) und SOLGER (1910, S. 74) gemacht. Schon nach dem Augenmass kann man wahrnehmen, dass der Abschnitt Laakainperänpakka beträchtlich niedriger ist als der Hauptteil der Düne. Diese Abnahme der Höhe dauert so lange, bis die Düne ganz eingeebnet ist oder bis sie »fossilisiert«, durch Vegetation gebunden ist.

Bei der Vorwärtsbewegung der Düne bleibt gewöhnlich eine Deflations-ebene übrig (Teil I, S. 102). Dass Baumstümpfe während der Dünenwanderung allmählich aus dem Sande hervortreten, wurde schon erwähnt. Bei fortgesetztem Sandflug werden umfangreiche Teile ihres Wurzelsystems blossgelegt, wobei die Stümpfe und, wie im Dünengebiet von Kalajoki, stehengebliebene Bäume wie auf Stelzen stehen, um bei dem ersten kräftigeren Wind umzufallen. Ähnliches haben auch LÜTZELBURGER (1922, S. 300—302) und GIESSLER (1932, S. 220) beobachtet. In diesem Zusammenhang sei erwähnt, dass die Dünen auf Lavansaari und Seiskari, die als Kirchhof verwendet werden, landeinwärts gewandert sind, wobei Skeletteile blossgelegt wurden.

Die Düne trifft bei ihrer Wanderung auf Wälder, Sümpfe, Seen, Wasserläufe usw.

Oben wurde schon hervorgehoben, dass die Wanderung der Düne in der Weise vor sich geht, dass Flugsand von der Windböschung auf die Leeböschung verfrachtet wird. Indessen geschieht ein solcher Sandtransport nur bei nicht zu starkem Wind. Bei sehr starkem Winde treiben Wolken von Sand von dem Luvhang und dem Kamm über den Leeabhang hin und werden auf der davor liegenden Fläche abgelagert. Dieser Vorgang trat sehr schön auf der Leeseite der Wanderdüne von Seiskari hervor: hier hatte der Waldboden von den einige Meter langen Sandstreifen, die auf der Leeseite der Kiefern und Fichten gelagert waren, und von den Sandringen, die auf dem Boden um den Bäumen herum erschienen (Abb. 1) eine eigentümliche Streifung erhalten. Ein solcher Sandring, der sich in einem Abstand von 30 m von der Wanderdüne befand, war aus einem 15 cm hohen und 25 cm breitem Sandlager aufgebaut; es verdient erwähnt zu werden, dass man noch einige zehn Meter waldeinwärts Sandstreifen und Sandringe antreffen konnte. Unmittelbar vor der Wanderdüne war der Boden mit einer zusammenhängenden dicken Sandschicht bedeckt (Abb. 2).

Auf Vattaja war ein ähnlicher Vorgang zu beobachten. Die Wanderdüne Laakainperänpakka war hier auf ein Bruchmoor gestossen und teilweise in dieses hineingewandert (Abb. 5). Der mittlere Abschnitt der Düne war in eine baumlose Partie des Bruchmoores hineingedrungen, in welcher kleine Wasseransammlungen mit festerem Boden, der mit *Equisetum limosum*, *Eriophorum*- und *Carex*-Arten usw. bewachsen war, wechselten. Auf die ebene Oberfläche des Moores war Sand von dem Kamme der Düne angeflogen und bildete teils isolierte Flecke in grösserem (bis zu 70–80 m) Abstand von der Düne, teils erstreckten sich von der Leeböschung der Düne und mit dieser zusammenhängend lange Sandzungen und breitere Sandgürtel in das Bruchmoor hinein. Die Flugsandflächen waren teils widerstandsfähig, wie sich bei Wanderung auf denselben zeigte, teils waren sie mit Wasser durchtränkt und die Fussspuren füllten sich sofort mit Wasser.

In diesem Zusammenhang sei erwähnt, dass LUNDQVIST (1920, S. 176–185) pollenanalytische Untersuchungen von unmittelbar hinter Dünen befindlichen Sümpfen, die mit Flugsand infiziert waren, ausgeführt hat. Dadurch dass die Dünen später mit Vegetation überzogen wurden, hatte der Sandflug aufgehört und es war ihm möglich approximativ entscheiden zu können, von welchem Zeitpunkt an die Einsandung aufhörte.

Einige Abschnitte der Wanderdünen in Finnland sind in Seen oder Wasserläufe eingedrungen. So liegt eine Partie der Düne Kommelipakat auf Vattaja in dem kleinen See Uusilahti, nach welchem ihre Leeböschung steil abfällt, und bei Kuokkala ist ein Abschnitt der Wanderdüne in eine der hier befind-



lichen langgestreckten Lagunen oder abgeschnürten Flussarme gewandert (Abb. 4). Bei Karjalaistenlahti auf der Karelischen Landenge ist eine Düne in einen Bach eingedrungen, dessen Richtung hierdurch verändert wurde. Das Wasser, ohne jedoch die Wanderung der Düne aufzuhalten, führt von derselben erhebliche Mengen Sandes mit.

Von unseren Wanderdünen sind einige bei ihrer Vorwärtsbewegung mit anderen Dünen zusammengewachsen. Wenn man von N kommend an der Leeseite der grossen Wanderdüne von Seiskari entlang wandert, findet man 12 parallel angeordnete bewaldete Dünen, deren Richtung die Hauptrichtung der Wanderdüne schneidet. Wenn man sich dem zentralen Abschnitt der Düne nähert, sieht man, wie eine Düne nach der anderen unter der Wanderdüne, die infolge der schnelleren Bewegung der mittleren Partien einen grossen Bogen landeinwärts bildet, begraben ist. Aus dieser zentralen Partie ist indessen ein Teil der ersten der 12 Dünen von der Meereseite aus gerechnet wieder frei geworden und findet sich jetzt auf der Luvseite der Wanderdüne. Einige alte Kiefern stehen noch auf der freigewordenen Düne. Die Wanderdüne bewegt sich immer mehr landeinwärts und bedroht die drei auf der Westküste liegenden Dörfer der Insel. Stellenweise ist sie schon in Wiesen und Felder eingedrungen, beträchtliche Waldflächen sind eingesandet und die Düne nähert sich den Häusern des südlichsten Dorfes.

Grössere Schäden haben die von mir besuchten Wanderdünen z. Z. nicht angerichtet, wenn wir von der Einsandung der Wälder absehen (Abb. 6). Kleinere Anbauflächen sind, z. B. beim Dorf Tvärminne, von den Dünen erobert worden, Wiesen, z. B. auf Vattaja, mit Sand bedeckt worden; hier hat man erfolglose Versuche gemacht die Wanderdüne durch Zäune zurückzuhalten. Wege sind z. B. im Dünengebiet von Kuolemajärvi von Flugsand überschwenmt worden, so dass sie häufig verlegt werden mussten usw. Doch sind bisher Schäden, wie sie durch Wanderdünen in Deutschland, Dänemark, Frankreich und anderen Ländern hervorgerufen wurden, in Finnland noch nicht nachzuweisen.

### Kap. III. Die Vegetation der Randdünen.

Die Randdünen an den Küsten Finnlands sind in der Regel mit Bäumen bewachsen. Einige von ihnen sind mit einer Waldvegetation bestanden, die sich im Laufe der Zeit auf den Dünen selbst entwickelt hat. Die übrigen, das heisst die Wanderdünen, haben dagegen bei der Wanderung die Bäume eingesandet, so dass die Stämme jetzt die Dünen durchziehen und die Kronen sich über deren Oberfläche ausbreiten (Abb. 3). Im letzteren Falle ist also die Baumvegetation primär, die Düne selbst sekundär, im ersteren Falle ist der Wald sekundär auf der schon vorhandenen Düne entstanden (vgl. Teil I, S. 88).

Die Wanderdünen ähneln den weissen Dünen darin, dass ihre »Pflanzendecke«, die aus den Kronen der eingesandeten Bäume besteht, anfangs offen ist. Allmählich überzieht sich die Oberfläche mit einer sekundär auftretenden Vegetation und diese durchläuft eine Sukzession, die in vielen Beziehungen mit der Entwicklung übereinstimmt, welche die Pflanzendecke auf den Dünen der Flugsandfelder erfährt.

Aber auch die mit sekundärer Waldvegetation bewachsenen Randdünen, die also lange stabil gewesen sind, können Veränderungen unterworfen werden, die sie in gewissen Beziehungen den Wanderdünen gleichstellen. Ihre Bodenvegetation kann nämlich infolge Deflation oder Übersandung ganz verloren gehen. Und wie auf den Wanderdünen liegt unter solchen Verhältnissen auch hier der Dünen sand offen und pflanzenleer zwischen den Bäumen, und es entsteht auch hier eine Vegetation, die langsam die offene Sandfläche erobert und hierbei bestimmten Entwicklungslinien folgt.

#### A. Die Übersandung der ursprünglichen Vegetation.

Während der Einsandung des Waldbodens verschwinden die Pflanzen der verschiedenen Vegetationsschichten nach und nach im Sand. Wenn die Sandzufuhr nur langsam fortschreitet, haben die bedrohten Pflanzen im allgemeinen Zeit genug in die Höhe zu wachsen (Teil I, S. 116—126), wodurch ihre vollständige Einsandung verzögert wird.

##### 1. Die Bodenschicht.

Gewisse hohe Flechten und Moose können recht lange die Sandinvasion ertragen. Von den Flechten verdienen *Cladonia rangiferina*, *C. sylvatica* und *C. alpestris*, von den Moosen *Dicranum*- und *Hypnum*-Arten erwähnt zu werden. Die genannten Flechten kann man bis zu 10 cm tief in den Sand eingesenkt antreffen, über dessen Oberfläche ihre Spitzen emporragen. In dem stellenweise sekundär eingesandeten Waldboden der Leeböschung der Högsand-Düne traten die obenerwähnten *Cladonia*-Arten in Form kleiner Inseln im Sandmeer hervor. Ausserdem hatten die Flechten eigentümliche Kreise um die Basis der Bäume herum gebildet, die sich über die Sandoberfläche erhoben. Um die Basis der Bäume herum bilden Waldmoose oft Kränze, die im allgemeinen kräftiger und höher als die übrige Moosdecke entwickelt sind, da sie durch das Wasser, das an den Stämmen entlang abfließt, kräftiger bewässert werden. Die auf den Mooskränzen wachsenden Flechten bilden einige Dezimeter breite und einige Zentimeter hohe Ringe um die Basis der Bäume, die durch pflanzenleeren Sand voneinander getrennt sind.

Auch die grossen Waldmoose kämpfen lange gegen den Sand, bevor sie erliegen. Charakteristisch ist, dass einige Moosarten aus der Moosdecke des Waldbodens bei der Einsandung kräftiger als andere in die Höhe wachsen und deshalb allein über die Sandoberfläche emporragen. So trat in dem eingesandeten Waldboden auf der Südküste von Seiskari *Dicranum undulatum* und *Pleurozium Schreberi* in Form von einige Zentimeter hohen Kuppeln aus dem Sande hervor; unmittelbar neben den Kiefern war die Anzahl der Moosbüschel besonders gross.

## 2. Die Feldschicht.

Von eingesandeten Kräutern habe ich *Eupteris aquilina*, *Convallaria majalis* und *Majanthemum bifolium*, deren Blattstiele resp. Stengel im Sande verlängert waren, festgestellt.

Das erwähnte gilt auch für die Zwergsträucher, von denen ich mehrere in ähnlicher Lage gefunden habe. So kam *Pyrola chlorantha* blühend auf den Dünen von Lavansaari tief eingesandet vor. Hier wuchs auch *Linnaea borealis* isoliert in der Sandoberfläche 40—50 m von dem vom Flugsand noch nicht erreichten Abschnitt des Waldbodens entfernt. Die Pflanze, die ich hier in einigen Exemplaren fand, war, ausgehend von einem übersandeten Mooskranz, der sich um eine Kiefer gebildet hatte, durch den Sand gewachsen und breitete ihre bis zu 80—90 cm langen kriechenden Stämme über die Sandoberfläche aus. Auch waren einige Zweige an den Kieferstämmen entlang einige Dezimeter aufwärts gewachsen.

*Vaccinium myrtillus*, *V. uliginosum*, *Empetrum nigrum*, *Calluna vulgaris* und *Arctostaphylus uva ursi* fangen den Flugsand zu Dünen ein (Teil I, S. 88—94). Im Sande erzeugen die Stämme Adventivwurzeln und Assimilationsprossen. Dünen, die von den drei letztgenannten Zwergsträuchern gebaut waren, habe ich auf der bewaldeten supramarinen Düne bei Syndalen angetroffen; die *Calluna*-Dünen waren 30—40 cm, die von den beiden übrigen Zwergsträuchern gebauten Dünen ca. 1 m hoch. Die Dünen waren sekundär auf der Windböschung der Walddüne im Schutze von Wald entstanden. Als dieser gefällt wurde, begann der Zerfall der Dünen; sie waren bei meinem Besuche in hohem Grade vom Winde erodiert, so dass die Stämme der Zwergsträucher, besonders auf der Luvböschung und auf den Flanken der Dünen, blossgelegt und abgestorben waren. Während *Calluna* in ihren Dünen in der Regel tot war, erwiesen sich *Empetrum* und *Arctostaphylus* als erheblich widerstandsfähiger. — Auf den eingesandeten Walddünen auf den Küsten des Ladoga-Sees sind *Vaccinium uliginosum*-Dünen sehr häufig. *V. myrtillus* habe ich auf Hangö-udd Dünen aufbauen gesehen.

In diesem Zusammenhang wird auch *Rosa canina* besprochen, da die Strauchschicht auf den eingesandeten Walddünen nicht ausgeprägt ist. Der



erwähnte Strauch wird auf der Walddüne von Tulludden (Hangö-udd) angetroffen und hat hier Dünen gebaut. Eine der grössten *Rosa*-Dünen hatte eine Höhe von  $1\frac{1}{2}$ — $1\frac{3}{4}$  m und eine Länge von 3 m. Zahlreiche Stamm- und Wurzelsprosse wuchsen durch die Düne, einige von ihnen waren blossgelegt und wiesen Adventivwurzeln auf; die Höhe des Gebüsches über dem Dünenkamm betrug  $1\frac{1}{3}$  m. Der Strauch blühte reichlich.

### 3. Die Baumschicht.

Wie die eingesandeten Zwergsträucher passen sich auch die Bäume mehr oder minder erfolgreich den neuen Verhältnissen, die die Einsandung im Gefolge hat, an. Das können sie allerdings wohl nur so lange tun, als sie noch jung sind; mit zunehmendem Alter scheint ihre Anpassungsfähigkeit gegenüber der Einsandung abzunehmen; es ist jedoch unsicher, ob sie ganz aufhört (Teil I, S. 116—120).

Die meisten Wanderdünen Finnlands sind mit Laubbäumen bewachsen, die zum grössten Teil ganz in die Düne eingesenkt sind; seltener treten bei uns Nadelhölzer in ähnlicher Lage auf.

Auf den Dünen von Seiskari, Tulludden und der Karelischen Landenge finden sich Kiefern. Die Bäume sind alt und mehrere Meter eingesandet; sie weisen deutliche Zeichen der Degeneration auf; einige von ihnen waren schon abgestorben. Ähnliche Erscheinungen kommen bei den alten Fichten auf einigen Küstendünen des Bottnischen Meerbusens vor.

Anders verhalten sich junge Kiefern und Fichten, deren untere Zweigen mit Sand bedeckt sind. Da die eingesandeten Zweige oder Teile derselben Adventivwurzeln erzeugen, haben die Bäume grössere Voraussetzungen in eingesandeter Lage fortleben zu können. Mit Flugsand überschwemmte *Picea canadensis*- und *Abies balsamea*-Wälder erwähnt HARVEY (1919) von Cape Breton Island und KELLEY (1927) berichtet von *Pinus rigida*-Wäldern in New Jersey in ähnlicher Lage.

Erheblich grösser sind die Möglichkeiten der Laubbäume im Dünensande fortzukommen. Sie erzeugen als Ersatz für die eingesandeten Assimilationsprosse neue und bilden viel zahlreichere Adventivwurzeln als die Nadelhölzer es vermögen.

Auf den Dünen am Ladoga-See trifft man nicht selten *Betula verrucosa*, bisweilen auch *B. pubescens* an. So kamen im Dünengebiet von Haminanhiekka 5—6 m hohe Birken vor, die bis zur halben Höhe in der Düne standen. Auch *Salix acutifolia* und *Populus tremula* findet man auf der Karelischen Landenge oft tief in den Dünen wachsend. Ebenso kommt die Traubenkirsche, *Prunus padus*, auf gewissen Randdünen in Finnland vor, so z. B. in grosser Menge auf der ca. 10 m hohen Düne Tuomipakat in Kala-

joki. Die Bäume, deren Stämme in der Düne verborgen waren und deren Kronen hohe Gebüsche auf den Dünen bildeten, wuchsen vorzugsweise auf dem Kamm und der Leeböschung der Düne; in einer grossen Einbuchtung, welche die Leeböschung beinahe bis zum Kamme in zwei Abschnitte teilte, bildeten die Traubenkirschbäume einen Gewirr von Ästen.

Auf den von mir untersuchten Wanderdünen sind die Grauerlen, *Alnus incana*, die gewöhnlichsten Bäume. Sie treten in grosser Menge auf allen Wanderdünen, die ich besucht habe, auf. So war die 10—12 m hohe Düne Kommelipakka auf Vattaja von einem Wald, der so gut wie ausschliesslich aus *Alnus incana* bestand, durchzogen. Aus dem Sande ragten gebüschähnliche Gruppen von Ästen 2—4 m über die Oberfläche der Düne hervor. Diese Ast-Systeme, die auf der ganzen Düne vorkamen, waren durchschnittlich 15—20 m breit und mehrere Meter voneinander entfernt. Wahrscheinlich gehörte jede Gruppe von Ästen zu einem Erlenindividuum, dessen Krone sie bildete. Neben Ästen, die zu der ursprünglichen Krone gehörten, und von denen die dicksten einen Durchmesser von 20 cm besaßen, kamen auch Stämme von einem anderen Typus vor. Während die erstgenannten unregelmässig gekrümmt und gedreht und gewöhnlich in der Richtung des Windes gebogen waren, wuchsen die letzteren, die den Habitus junger Erlen zeigten, gerade aus dem Sande empor; sie stellten Adventivsprosse dar, die aus Stammteilen bzw. Wurzeln, die im Sand steckten, herauswuchsen. Gleich unter der Sandoberfläche hatten die Äste bzw. Sprosse Adventivwurzeln erzeugt; stellenweise sah man solche, nach Sandflug blossgelegt, auf der Sandoberfläche.

### B. Die neueintretende Vegetation.

Allmählich bekleidet sich die Sandoberfläche der Wanderdünen bzw. die der eingesandeten Walddünen mit einer Vegetation, die in vielen Beziehungen derjenigen der weissen Dünen ähnelt; in anderen Fällen folgt die Entwicklung der Pflanzendecke ganz anderen Regeln.

Auf den mit Laubbäumen bewachsenen Wanderdünen treten die ersten Repräsentanten der sekundären Vegetation gewöhnlich innerhalb der oft grossen Bestände von Ästen, die aus den Dünen hervorragen, auf; eine vermittelnde Stellung nehmen hierbei die in den Gebüschen entstandenen Adventivsprosse ein. Innerhalb der Astgruppen entsteht so zu sagen ein Kern sekundärer Vegetation, und aus dieser heraus breitet sich die Pflanzendecke, teils aus primär vorkommenden, teils aus sekundär eindringenden Pflanzen zusammengesetzt, über die Düne aus.

Der übersandete Waldboden auf unseren mit Nadelbäumen bewachsenen Randdünen bekleidet sich auf andere Weise mit einer neuen Vegetation. Hier breitet sich, von dem meerseits der Düne befindlichen Flugsandfeld ausgehend

und mit dessen Pflanzendecke zusammenhängend, die sekundäre Vegetation in der Regel in breiter Front aus, wobei in normalen Fällen der Abstand zwischen dem inneren Rande des vordringenden Flugsandmantels und der einwandernden Vegetation, der gewöhnlich aus Gräsern besteht, nur einige zehn Meter beträgt. Weniger häufig dagegen treten Pflanzen, die der sekundären Vegetation angehören, auf der Düne isoliert, ohne Verbindung mit einer schon vorhandenen Pflanzendecke auf.

Bei der Beschreibung der Sukzession der sekundären Vegetation auf den Randdünen werden diese im folgenden zu zwei Gruppen so zusammengefasst, dass die mit Laubbäumen bewachsenen Dünen (Wanderdünen) als erste, die Nadelbaumdünen, von denen die meisten stationäre Dünen mit sekundär entstandenem Wald sind, als zweite Gruppe behandelt werden.

### 1. Die Laubbaumdünen.

Die Laubbaumdünen haben eine sekundäre Gras- und Krautvegetation von recht wechselnder Art, da sie aus Pflanzen verschiedener Standorte bestehen. Hierbei ist charakteristisch, dass im Anfang die Vegetation innerhalb der Astgruppen aus anderen Arten als ausserhalb derselben besteht; nach und nach werden diese Verhältnisse jedoch ausgeglichen.

Auf der grossen Wanderdüne von Vattaja wuchsen innerhalb der Gebüsche u. a. *Calamagrostis neglecta*, *Festuca rubra*, *Rumex acetosella*, *Silene maritima*, *Stellaria longifolia* und *Rubus idaeus*, deren Auftreten hier durch die Humusbeimischung in dem Sand ermöglicht war. Abgefallene Blätter, Zweige usw. bleiben nämlich in dem Astwerk hängen, vermodern im Sande und wirken hier verändernd auf die Feuchtigkeits-, Nahrungs-, Aziditäts- und andere Verhältnisse ein. Auch gewöhnliche Dünenpflanzen wie *Elymus* und *Honckeyna* fanden sich in der Vattaja-Düne, teils in den Gebüschen, teils in dem offenen Sande ausserhalb derselben. Dass dieser noch beweglich war, erwies sich u. a. aus dem Umstand, dass *Elymus* kleinere sekundäre Dünen aufgebaut hatte. — Ähnliche Feststellungen hat TAYLOR (1920, S. 456) bei den Laubbaumdünen in der Nähe von Chicago gemacht; die erste sekundäre Pflanze, die sich hier in den Baumgruppen und im offenen Sande auf deren Leeseite einfand, war indessen *Ceratodon purpureus*.

Die Leeböschung der obengenannten Wanderdüne wies keine sekundäre Vegetation auf, offenbar weil die Böschung ziemlich steil ist — nach ROSBERG (1894—1895, S. 83) beträgt der Neigungswinkel 30° —, vielleicht auch weil die Düne noch wandert und nur wenig Psammophyten auf der Wanderdüne überhaupt vorhanden sind.

Dass gerade der erstgenannte Umstand ein Hindernis für die Ausbreitung der Vegetation sein kann, zeigt SOLGER (1910, S. 130) auf Grund von Beispielen



von Wanderdünen in Deutschland. Anderseits bietet eine Leeböschung mit kleinerem Neigungswinkel gute Ausgangspunkte für die Vegetation; der Windschutz und die Feuchtigkeitsverhältnisse sind hier günstiger als auf der Luvböschung und dem Kamm der Düne. Auch wird, wie COWLES (1899, S. 304) festgestellt hat, die Leeböschung früher als die übrigen Teile der Düne von Pflanzen erobert; auf den Wanderdünen am Michigansee war der Pionier *Ammophila arenaria*.

Auf der alten Randdüne von Ytterö war der Entwicklungsgang schon weit vorgeschritten. Indes hat sich hier die Sukzession der Vegetation auf dem zentralen Abschnitt ganz anders entwickelt als auf den beiden Flügeln derselben.

Der mittlere und höchste (ca. 20 m) Teil der Ytterö-Düne ist teils in lagunenähnliche Wasseransammlungen, teils in Sümpfe, die mit Grauerlen, Birken usw. bewachsen sind, eingedrungen, weshalb diese Bäume, hauptsächlich Grauerlen, primär in der Düne vorkommen; sie traten zur Zeit meiner Untersuchung als ausgedehnte Gebüsche auf der Düne auf. Diese dickichtähnlichen Astgruppen waren der Verjüngung unterworfen, die teils durch Ausbildung von Adventivsprossen, teils durch Samen zustande gekommen war; in den Gebüschen sah man u. a. ganz junge Erlen- und Birkenpflanzen. Von anderen Pflanzen kamen hier *Festuca rubra*, *F. rubra* v. *arenaria* und *Elymus* vor.

In dem offenen Sande zwischen den Dickichten bildete *Elymus* grosse Bestände. Besonders auf dem Dünenkamm trat das Gras in ausgedehnten Gruppen auf, die mit grosser Intensität Flugsand banden und Dünen bauten, in denen der Strandroggen allein herrschend war. Innerhalb anderer *Elymus*-Bestände indessen, die in wind- und sandgeschützter Lage aufgewachsen waren, erschienen oft *Festuca rubra*, *Rumex acetosella* und *Honckenya*. Von Interesse ist, dass einige dieser kleinen *Elymeta* auch *Sedum acre*, *Galium verum*, von Moosen *Pleurozium Schreberi* und *Dicranum undulatum* wie auch Keimlinge von *Alnus incana* enthielten.

In dem mittleren Abschnitt der Ytterö-Düne war die Grauerle in Ausbreitung begriffen. Welches hier das Endstadium der Sukzession sein wird, ist nicht leicht zu entscheiden, weil der normale Gang der Entwicklung auf verschiedene Weise Beeinträchtigung seitens der umwohnenden Bevölkerung erlitten hat. Ein Entwicklungsstadium in Form von Laubwald, der seinerseits in Mischwald übergeht und schliesslich sein Klimaxstadium im Nadelwald erreicht, ist wahrscheinlich; man trifft stellenweise auf dem Dünenkamm hohe Erlen, Birken und Kiefern, die auf der Düne gewachsen sind.

Die Flügel der Wanderdüne sind während ihrer Wanderung auf trockenen Boden mit Kiefernwald vom *Calluna-Cladonia*-Typ gestossen. Der südliche Dünenabschnitt, den ich näher untersucht habe, wird durch Birkenwald gegen Meereswinde geschützt. Auf dem Dünenabschnitt, der gegen Süden

gleichmässig an Höhe abnimmt und schliesslich in den mit Kiefernwald bewachsenen Boden übergeht, kann man gut das Prinzip der Bekleidung der Dünenoberfläche mit Vegetation verfolgen. Näher nach dem oben beschriebenen zentralen Abschnitt der Wanderdüne zu wuchsen recht grosse *Elymus*-Bestände, in denen sich auch *Festuca rubra* v. *arenaria*, *Rumex acetosella* und *Honckenya* fanden, und zwischen denen der Sand unbewachsen war. Aber weiter von dem Zentrum der Düne entfernt trat der Strandroggen in immer kleineren Beständen von abnehmender Wuchskraft auf, während die offenen Sandflecke zwischen diesen, dank dem Windschutze durch den obenerwähnten Birkenwald, mit Sandkuchen, Moosen — *Polytrichum piliferum*, *Rhacomitrium canescens* — und Flechten — *Cladonia rangiferina*, *C. sylvatica* — bewachsen waren. Auf dem letzten und niedrigsten Abschnitt waren die Kryptogamen zu ausgedehnten Matten vereinigt, in denen kleine Bestände von *Festuca rubra* v. *arenaria* und *Honckenya* reliktdähnlich hervortraten. Schon in den kleinen *Festuca*-Gruppen sah man einige Keimpflanzen von Kiefern; in dem Kryptogamentepich kamen neben ganz jungen auch etwas ältere Kiefern vor; die übrigen Phanerogamen fehlten hier, während die Moos- und Flechtendecke mehr oder wenig geschlossen war. — Die Pflanzen der Wanderdünen sind in die Artenliste (S. 25—26) aufgenommen.

## 2. Die Kieferndünen.

Die Entwicklung der sekundären Vegetation auf den mit Kiefern bewachsenen Dünen stimmt in mancher Hinsicht mit der Sukzession, der die Vegetation der Flugsandfelder unterliegt, überein. Das äussere Milieu ist nicht in so hohem Grade von dem des Flugsandfeldes verschieden, wie man im ersten Augenblicke glauben könnte; die Bäume stehen relativ licht, so dass Sonne und Wind auf die offene Sandoberfläche unter den Kronen einwirken können.

Auf den meisten mit Nadelwald bewachsenen Randdünen, die ich untersucht habe, ist die Sandoberfläche mit Pflanzen, die von dem ausserhalb gelegenen Flugsande herkommen, bewachsen. Auf den Dünengebieten am Ladoga-See, am Finnischen Meerbusen und auf den Ausseninseln spielt *Festuca polesica*, einige Küstenstrecken auf der Karelischen Landenge, wo *Festuca rubra* v. *arenaria* dominiert, ausgenommen, in dieser Hinsicht die Hauptrolle. Die wenigen mit Kiefern bewachsenen Dünen auf den Küsten des Bottnischen Meerbusens, die ich untersuchte, haben eine sekundäre Vegetation, in der *Festuca ovina* dominiert. Dagegen ist *Elymus* sehr selten in ähnlicher Lage und wird nur innerhalb offener Deflationsflächen im eingesandeten Walde angetroffen.

Das wichtigste Gras der sekundären Vegetation auf den Randdünen in S-Finnland ist *Festuca polesica*. Der Flugsand, der sich in breiter Front all-

mählich über den Waldboden ausbreitet, wird schnell von dem Grase erobert. Eine pflanzenleere Zone, die den am weitesten waldeinwärts vorgeschobenen Gürtel des Sandmantels bildet, ist natürlich immer vorhanden, da eine gewisse Zeit vergeht, bevor der Sand eine genügende Dichte erhalten hat um einen geeigneten Wuchsplatz für *Festuca* darzustellen; diese Zone ist gewöhnlich nur einige zehn Meter breit. Auf Dünen, wo der Wald unberührt ist und die Kiefern deswegen mehr oder minder dicht stehen, ist der eingesandete Waldboden mit einer zusammenhängenden *Festuca polesica*-Decke (Dichte VI—VII) bekleidet, die einen eigentümlichen Grastepich unter den Waldbäumen bildet. — Es verdient erwähnt zu werden, dass der Dünenschwingel im Baumschutz erheblich höher und kräftiger wird als auf dem vor dem Walde liegenden Flugsandfeld. So hatte das Gras auf den bewaldeten Suisaari-Dünen eine Durchschnittshöhe von 35 cm, während es auf dem angrenzenden Flugsandfeld von Hiekkataipale nur 20 cm hoch war. Auf der Küstenstrecke Seivästö—Muurila war seine gewöhnliche Höhe unter den Waldbäumen 40—50 cm, auf der Muurila-Düne in ähnlicher Lage 70 cm und auf der Walddüne beim Dorfe Tvärminne-by sogar 100 cm; die Rasen waren entsprechend ausgedehnt.

Auf der Küstenstrecke Kellomäki—Seivästö und bei Kuolemajärvi besteht die sekundäre Vegetation des Waldbodens aus *Festuca rubra* v. *arenaria*, deren Dichtigkeit unter den Bäumen 6 war; *F. polesica* fehlt auf der erwähnten Küstenstrecke ganz, auf den Küstendünen von Kuolemajärvi kommt das Gras selten vor.

In offenen eingesandeten Walddünen tritt ausser *Elymus* auch *Calamagrostis epigejos* und *Hieracium umbellatum* v. *dunense* auf, die gewöhnlich den Leeabhang der Dünen aufsuchen. So wurde das Kraut auf der Leeböschung der Wanderdüne von Seiskari, wo es ein ziemlich grosses Gebiet einnahm, angetroffen; es wuchs hier neben *Festuca polesica* und zwar recht dicht (Dichtigkeit 6). Auf eingesandeten Leeböschungen kommt, wie erwähnt, *Calamagrostis epigejos* oft zusammen mit *Hieracium* und *Festuca* vor. Auf der mit Kiefernwald bewachsenen Düne von Suisaari lag bei meiner Untersuchung sekundär angetriebener Flugsand auf der Windseite, auf dem Kamm und der Leeseite. Die relativ steile Leeböschung war in ihrem untersten 7—8 m breiten Teil pflanzenleer. Auf diese vegetationslose Zone folgte ein 6 m breiter Gürtel, der beinahe ausschliesslich mit *Calamagrostis epigejos* (6) bewachsen war; einige *Hieracium umbellatum* v. *dunense*-Exemplare wurden im Gürtel angetroffen. Gegen den Kamm zu ging dieser ziemlich unvermittelt in eine *Festuca polesica*-Zone von 4—5 m Breite über, wo im unteren Teil die Dichtigkeit des Schwingels IV—V, nach dem Kamm zu dagegen VI—VII war; eine schwache Beimischung der beiden übrigen Pflanzen kam in dieser Zone vor. Sie setzte bis zum Kamme fort und vereinigte sich hier mit der *Festuca*-



Decke der Windseite, in der sowohl *Calamagrostis* als *Hieracium* fehlten. — Dieser Fall bildet eine Spezialerscheinung ohne grössere Allgemeingültigkeit.

In Partien des eingesandeten Waldbodens, wo die Bäume dicht stehen, dringt in die sekundäre Sandvegetation *Deschampsia flexuosa* ein. Die verhältnismässig starke Beschattung und die Beschaffenheit des Flugsandes führt ein Übergewicht des Grases herbei. Unter den dichtstehenden Kiefern vermischt sich nämlich der Sand mit Nadeln, Zapfen, Rinde usw., wodurch er sauer wird. Unter diesen Verhältnissen tritt das Gras gewöhnlich in grossen, kompakten und hohen Rasen auf, so z. B. auf der Düne Hiekkakukkula, der Pienihiikka-Düne auf Seiskari und der Högsand-Düne. So wuchs in dem mit Flugsand gefüllten kiefernbewachsenen Tale zwischen den beiden bewaldeten Pienihiikka-Dünen *Deschampsia flexuosa* (VI—VII) und *Festuca polesica* (V); der Sand war mit Streu gemischt. Charakteristisch waren in dieser Hinsicht die Verhältnisse auf der mit Kiefern und stellenweise mit Fichten bestandenen Hiekkakukkula-Düne. Überall, wo die Bäume lichter standen, der Schatten deswegen weniger intensiv und der Sand weniger mit Streu vermischt war, kamen *Festuca polesica* und *F. rubra* v. *arenaria* vor. Wo die Bäume dagegen dichter wuchsen, die Beschattung stärker und der Sand infolge der eingemischten Streu dunkel erschien, wuchs *Deschampsia flexuosa* (VI) allein. Übrigens hatte das Gras an manchen Stellen auf der Düne runde Dünenhügel von einigen Dezimetern Höhe aufgebaut, die der Oberfläche der Walddüne ein eigenartiges kupiertes Aussehen verliehen.

In diesem Zusammenhange kann erwähnt werden, dass *Deschampsia flexuosa* nach KUJALA (1926) durch ihr kräftiges Wachstum oft andere Pflanzen verdrängt und dass das Gras nach OLSEN (1925, S. 78—79) in Dänemark im Waldboden innerhalb der pH-Klassen 3,5—4,4 auftritt.

Dass dieser letztgenannte Umstand auf die Sukzession der Vegetation einwirkt, zeigen u. a. die Verhältnisse auf der Högsand-Düne. Im Sommer 1923 kam auf der Leeseite der Düne *Festuca polesica* V—VI, *Hieracium umbellatum* v. *dunense* 6 und *Viola canina* 1 vor. Der Sand war beweglich und die Zufuhr von neuem Flugsand über dem Dünenkamm recht gross; im Sande fanden sich kleinere Mengen von Zapfen, Nadeln, kleinen Zweigen usw. Fünf Jahre später hatten sich die Verhältnisse auf der Leeseite insofern verändert, als die Zufuhr von Flugsand in der Zwischenzeit kontinuierlich abgenommen hatte. Die *Festuca polesica*-Vegetation auf der Windseite und dem Kamm der Düne hatte sich nämlich in hohem Grade ausgedehnt und den Sand gebunden, der sonst auf die Leeseite geflogen wäre. Der Sand der Leeseite war bei meinem Besuche im Sommer 1928 kaum noch beweglich; er war mit grossen Mengen Kiefernstreu vermischt, was offenbar die Ausbreitung von *Deschampsia* begünstigt hatte. Die Vegetation bestand nämlich jetzt aus *Festuca polesica* VI—VII, *Deschampsia flexuosa* VI—VII und *Hieracium umbellatum* v. *dunense*

6. Die Mittelhöhe von *Deschampsia* betrug hier 65 cm. — Im Flugsand bildet das Gras, wie manche andere Gräser, deutliche Etagen; auf der Högsand-Düne bestanden die ältesten *Deschampsia*-Rasen aus 5 Etagen und hatten also das erste Jahr nach meiner früheren Untersuchung die erste gebildet.

Eine Vegetation der obenerwähnten Beschaffenheit macht nach und nach eine Entwicklung durch, die mit derjenigen der weissen Dünen analog ist. Betreffs der Sukzession machte ich auf der Syndals-Düne folgende Beobachtungen. Die Düne, die gegen Meereswinde recht gut geschützt ist, war mit Kiefern verschiedenen Alters bewachsen. Ein Abschnitt des sekundär eingesandeten Dünenkammes, auf dem die Bäume alt waren und licht standen, war im Jahre 1923 mit *Festuca polesica* (VI—VII) bewachsen; zwischen den Rasen, aber auch innerhalb derselben, kam *Cetraria aculeata* (6—7) vor. Stellenweise waren kleinere Flecke mit *Cladonia rangiferina* und *C. sylvatica* bewachsen.

Als ich 4 Jahre später die Düne besuchte, hatte die Vegetation eine charakteristische Entwicklung erfahren. Auf dem fraglichen Abschnitt wuchsen jetzt: *Festuca polesica* VI—VII, *Cladonia rangiferina* reichlich, *C. sylvatica* reichlich, *Cetraria aculeata* 6—7, *C. islandica* 6, *Ceratodon purpureus* und Sandkuchen. — Auffallend war das Auftreten von *Cetraria islandica* und das Vordringen der beiden *Cladonia*-Arten; diese waren um die *Festuca*-Rasen herum gewachsen, hatten sich innerhalb derselben ausgebreitet und waren dazu noch durch und über die *Cetraria*-Matten gewachsen. Charakteristisch war das Vorkommen von *Ceratodon* und vor allem von Sandkuchen in der Oberfläche des Dünenabschnittes.

Dass sich ein eingesandeter Waldboden auch ohne Vermittlung von Dünengräsern mit einer neuen Vegetation von Flechten und Moosen bekleiden kann, zeigen die Verhältnisse auf der supramarinen Syndals-Düne. Diese war in ihrem westlichen Abschnitt, den ich in den Jahren 1923 und 1928 untersuchte, mit jungen, sekundär auf der Düne entstandenen Kiefern bewachsen. Die »neue« Oberflächenvegetation besteht hier in erster Linie aus Flechten, *Stereocaulon paschale* und *Cladonia sylvatica*, in zweiter Linie aus Moosen, *Ceratodon purpureus*, *Polytrichum juniperinum* und *Rhacomitrium canescens*. Charakteristisch ist also, dass die Pioniere der Vegetation hier dieselben Kryptogamenarten sind, die auf Flugsandfeldern an der Entwicklung der weissen Dünen in die grauen teilnehmen (Teil I, S. 75, 79).

Die grössten Partien der Windseite und des Kammes der Syndals-Düne waren mit reinen lichten Flechtenmatten, entweder aus *Stereocaulon* oder *Cladonia* bestehend, bewachsen; stellenweise kamen auch gemischte Matten vor. Die Flechten, die bis zur halben Höhe eingesandet waren, hatten die Dichtigkeit 8; zwischen den kleinen Flechtensträuchern war also der Sand unbewachsen. Von grossem Interesse ist, dass in den Flechtenbeständen, deren Sand durch die lichte Vegetation mehr oder minder gebunden war, sowohl

*Calluna vulgaris* als *Arctostaphylus uva ursi* auftraten; sie erschienen hier in ganz jungen, mit wenigen Zweigen versehenen Exemplaren. Die Flechtenvegetation auf der Syndals-Düne spielt somit eine sehr bedeutende Rolle bei der Bekleidung der Düne mit höheren Waldbodenpflanzen; ausserhalb der Flechtenbestände sah man keine solche jungen Zwergsträucher.

Die Moospolster waren hier erheblich kleiner. Viele von ihnen wuchsen auf Sandkuchen, die ungewöhnlich gross erschienen. Im Windschutz von Kiefern waren viele Sandkuchen zusammengewachsen, wodurch kompakte Bänke, deren Oberfläche sich einige Zentimeter über den umgebenden Sand erhob, entstanden waren. Diese Sandkuchenkomplexe wiesen an ihren Rändern mehr oder minder tiefe Einbuchtungen auf, welche die Grenzen zwischen den einzelnen, früher isolierten Kuchen andeuteten. Die grössten der zusammengesetzten Sandkuchen waren 30—95 cm lang und 15—25 cm breit. Sie waren mit *Ceratodon purpureus* bewachsen, der grosse Partien ihrer Oberfläche bedeckte. Auch kleinere Sandkuchen lagen im Sande; viele von ihnen waren mit dem erwähnten Moos bewachsen.

Übrigens hatte *Ceratodon*, von den grösseren Sandkuchen ausgehend, sich in dem offenen Dünensand ausgebreitet, wo das Moos auch ohne solche Vermittlung in dichten Matten von der Grösse einiger Quadratmeter auftrat. Wie in den *Ceratodon*-Teppichen der grauen Dünen konnte man auch in den Matten der Syndals-Düne Spitzen von *Polytrichum juniperinum* beobachten; in der Regel war das letzterwähnte Moos tot. In dem offenen Sande bildete es hie und da kleinere Flecke.

Von den Moosen dieser Walddüne spielte *Rhacomitrium canescens* wie auf den grauen Dünen die Hauptrolle als Sandbinder. Das Moos war augenscheinlich direkt auf dem Sande gewachsen, aber seine Matten schlossen in manchen Fällen grössere oder kleinere Gruppen von *Polytrichum juniperinum* ein, dessen Polster in solchen Fällen den Ausgangspunkt bildeten, aus dem *Rhacomitrium* hervorgewachsen war.

Die Aufgabe der Moosbestände auf der Syndals-Düne ist dieselbe wie die der Flechtenmatten, Ausgangspunkte für eine höhere Vegetation zu bilden. In vielen eingesandeten Moosmatten wuchsen nämlich junge *Calluna*- und *Arctostaphylus*-Individuen.

Die Artenliste auf S. 27—28 enthält die sekundär auf dem Flugsand auftretenden Pflanzen.



Die Pflanzen der Wanderdünen.

	Seiskari	Hangö-udd	Ytterö	Vattaja	Kalajoki	Tauvo.
Sandkuchen .....	—	—	+	—	+	—
<i>Cladonia rangiferina</i> .....	—	—	+	—	—	—
<i>C. sylvatica</i> .....	—	—	+	—	—	—
<i>Ceratodon purpureus</i> .....	—	—	+	—	—	—
<i>Rhacomitrium canescens</i> .....	—	—	+	—	—	—
<i>Polytrichum piliferum</i> .....	—	—	+	—	—	—
<i>P. juniperinum</i> .....	+	—	—	—	+	—
<i>Pleurozium Schreberi</i> .....	—	—	+	—	—	—
<i>Dicranum scoparium</i> .....	—	—	+	—	—	—
<i>Ammophila arenaria</i> GS .....	+	—	—	—	—	—
<i>Agrostis stolonifera</i> HS .....	—	—	—	+	—	+
<i>Calamagrostis epigejos</i> GS .....	—	+	—	—	+	—
<i>C. neglecta</i> GS .....	—	—	—	+	—	—
<i>Deschampsia flexuosa</i> HS .....	—	—	—	—	+	—
<i>Poa pratensis</i> GS .....	—	—	—	—	+	—
<i>Festuca ovina</i> HS .....	—	—	—	—	+	—
<i>F. polesica</i> HS .....	+	+	—	—	—	—
<i>F. rubra</i> HS .....	—	—	+	+	+	+
<i>F. rubra</i> v. <i>arenaria</i> HS .....	+	—	+	+	—	+
<i>Agropyron repens</i> GS .....	—	—	+	—	—	—
<i>Elymus arenarius</i> GS .....	+	+	+	+	+	+
<i>Carex Goodenowii</i> GS .....	+	—	—	—	—	—
<i>Juncus balticus</i> GS .....	—	—	—	+	—	—
<i>Equisetum arvense</i> GS .....	—	—	+	—	—	+
<i>Rumex acetosella</i> HS .....	+	—	+	+	+	+
<i>Stellaria graminea</i> HS .....	—	—	—	—	+	+
<i>S. longifolia</i> HS .....	—	—	—	+	—	—
<i>Silene maritima</i> HS .....	—	—	—	+	—	—
<i>Honckenya peploides</i> HS .....	—	—	+	+	—	+
<i>Rubus idaeus</i> HS .....	—	—	—	+	—	—
<i>Sedum acre</i> Ch S .....	—	—	+	—	—	—
<i>Galium verum</i> HS .....	—	+	+	—	—	—
<i>Hier. umbellatum</i> v. <i>dunense</i> HS .....	+	—	—	—	—	—
<i>Pinus silvestris</i> MM .....	+	+	+	+	+	+
<i>Picea abies</i> MM .....	—	—	—	+	+	—
<i>Juniperus communis</i> NS .....	—	—	—	+	+	—
<i>Salix pentandra</i> M .....	—	—	—	—	—	+
<i>S. caprea</i> M .....	—	—	—	—	—	+

	Seiskari	Hangö-udd	Ytterö	Vattaja	Kalajoki	Tauvo
<i>S. livida</i> N .....	—	—	—	—	—	+
<i>S. phylicifolia</i> N .....	—	—	—	—	—	+
<i>S. repens</i> Ch .....	—	—	—	—	—	+
<i>Betula verrucosa</i> M M .....	—	—	+	+	+	+
<i>Alnus glutinosa</i> M M .....	—	+	—	—	—	—
<i>A. incana</i> M M .....	—	—	+	+	+	+
<i>Myrica gale</i> N .....	—	—	—	—	—	+
<i>Sorbus aucuparia</i> M M .....	—	+	—	—	+	—
<i>Rosa glauca</i> N S .....	—	+	—	—	—	—
<i>Prunus padus</i> M M .....	—	+	—	+	+	—
<i>Empetrum nigrum</i> Ch S .....	—	+	—	+	+	—
<i>Vaccinium myrtillus</i> Ch S .....	—	+	—	—	—	—
<i>V. uliginosum</i> Ch S .....	—	+	—	+	—	—
<i>Arctostaphylus uva ursi</i> Ch S .....	—	—	—	—	+	—

Das biologische Spektrum der sekundär auf den Wanderdünen auftretenden Pflanzen, in der Liste mit S gekennzeichnet, geht aus der folgenden Tabelle hervor.

	N	Ch	H	G
Anzahl der Arten	2	5	14	9
Prozentuale Verteilung	6.7	16.7	46.6	30.0

Wie in den weissen Dünen ist die Zahl der Hemikryptophyten und Geophyten gross (Teil I, 72, 73); in einigen, kaum beweglichen Wanderdünen werden einige Nanophanerophyten und Chamaephyten angetroffen, die in Wanderdünen mit beweglicher Sandoberfläche nicht vorkommen.

Die sekundär auf den Kieferndünen auftretenden Pflanzen.

	Ladoga	Kuokkala	Muurila	Kuolemajärvi	Hiekkakukku	Högsand-Düne	Sydalen, Küstendüne	Sydalen, supra- marine Düne	Yxpla
Sandkuchen	—	—	—	—	—	—	+	+	—
<i>Cladonia rangiferina</i>	—	—	—	—	—	—	+	—	—
<i>C. sylvatica</i>	—	—	—	—	—	—	+	+	—
<i>Stereocaulon paschale</i>	—	—	—	—	—	—	—	+	—
<i>Cetraria islandica</i>	—	—	—	—	—	—	+	—	—
<i>C. aculeata</i>	—	—	—	—	—	—	+	—	—
<i>Ceratodon purpureus</i>	—	—	—	—	—	—	+	+	—
<i>Polytrichum piliferum</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	+
<i>P. juniperinum</i>	—	—	—	—	—	+	—	+	—
<i>Racomitrium canescens</i>	—	—	—	—	—	—	+	+	—
<i>Ammophila arenaria</i> G S	—	—	—	—	—	+	—	—	—
<i>Calamagrostis epigejos</i> G S	+	+	—	—	+	—	+	—	—
<i>Deschampsia flexuosa</i> H S	—	—	—	—	+	+	—	—	+
<i>Festuca polesica</i> H S	+	+	+	+	+	+	+	+	—
<i>F. rubra</i> H S	—	—	—	—	—	—	—	—	+
<i>F. rubra</i> v. <i>arenaria</i> H S	—	—	—	+	+	—	—	—	—
<i>Elymus arenarius</i> G S	+	—	+	+	+	+	—	—	+
<i>Carex arenaria</i> G S	—	—	—	—	—	+	—	—	—
<i>Salsola kali</i> <sup>1)</sup> Th S	—	—	—	—	+	—	—	—	—
<i>Rumex acetosella</i> H S	—	—	—	—	—	—	—	—	+
<i>Sagina nodosa</i> H S	+	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Rubus idaeus</i> H S	—	—	—	—	—	+	—	+	+
<i>Viola canina</i> H S	—	+	—	—	—	+	+	—	—
<i>Chamaenerium angustifolium</i> H S	—	—	—	—	—	+	+	+	—
<i>Achillea millefolium</i> H S	—	—	—	—	—	—	—	—	+
<i>Senecio silvaticus</i> Th S	—	—	—	—	—	—	—	+	—
<i>S. viscosus</i> <sup>1)</sup> Th S	—	—	—	—	+	—	—	—	—
<i>Leontodon autumnalis</i> H S	—	—	—	—	—	—	+	—	—
<i>Hieracium umbellatum</i> H S	—	—	—	—	—	—	—	—	+
<i>H. umbellatum</i> v. <i>dunense</i> H S	+	+	—	—	—	+	+	—	—
<i>Salix acutifolia</i> M S	—	+	—	—	—	—	—	—	—
<i>Empetrum nigrum</i> Ch S	+	+	—	—	—	—	—	—	—
<i>Vaccinium uliginosum</i> Ch S	+	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Arctostaphylos uva ursi</i> Ch S	+	+	—	—	—	+	—	+	+
<i>Calluna vulgaris</i> Ch S	—	—	—	—	—	—	—	+	—
<i>Thymus serpyllum</i> Ch S	+	—	—	—	—	+	—	—	—

<sup>1)</sup> Auf angeschwemmtem Tang



Das biologische Spektrum der Vegetation hat folgendes Aussehen:

	M	Ch	H	G	Th
Anzahl der Arten	1	5	13	4	3
Prozentuale Verteilung	3.8	19.2	50.0	15.4	11.6

Das Spektrum hat grosse Ähnlichkeit mit dem der Wanderdünen; in bezug auf der Ch, H und G zeigt es erhebliche Übereinstimmungen auch mit dem Spektrum der Strauchdünen (Teil I, S. 100), was auf den gleichartigen Boden d. h. den lockeren Sand zurückzuführen ist.

### Literaturverzeichnis.

- BASCHIN, O., 1918: Ein geographisches Gestaltungsgesetz. — *Petermanns Mitt.* **64**.
- BRAUN, G., 1911: Einige Ergebnisse entwicklungsgeschichtlicher Studien an europäischen Flachlandsküsten und ihren Dünen. — *Zeitschr. Ges. Erdkunde.* Berlin. **1911**.
- COWLES, H. C., 1899: The ecological relations of the vegetation on the sand dunes of lake Michigan. — *Bot. Gaz.* **27**.
- 1911: A fifteen-year study if advansing sand dunes. — *Ref. in Journ. of Ecology* **1**.
- GIESSLER, A., 1932: Ein merkwürdiger Baum. — *Kosmos, Handweiser für Naturfreunde.* **1932**.
- HARTNACK, W., 1926: Die Küste Hinterpommerns unter besonderer Berücksichtigung der Morphologie. — *Beih. II zum Jahrb. Geogr. Ges. Greifswald* **43—44**.
- HARVEY, R. H., 1919: A coniferous sanddune in Cape Breton Island. — *Bot. Gaz.* **67**.
- ILVESSALO, L., 1927: Suomenlahden ulkosaarten lentohietiköt ja niiden sitomismahdollisuudet. (Ref.: Die Dünen der Ausseninseln des Finnischen Meerbusens und ihre Bindungsmöglichkeiten.) — *Comm. Inst. Quest. Forest. Finl.* **12**. Helsinki.
- JENTSCH, A., 1900: Geologie der Dünen. — Im »Dünenbuch« von Solger etc. Stuttgart.
- KEILHACK, K., 1914: Die Verlandung der Swinepforte. — *Jahrb. Preuss. Geol. Landesanst.* **32**, 2.
- KELLEY, A. P., 1927: Dune formation by Pine Barren plants. — *Bot. Gaz.* **83**.
- KROGERUS, R., 1932: Über die Ökologie und Verbreitung der Arthropoden der Triebssandgebiete an den Küsten Finnlands. — *Acta Zool. Fenn.* **12**.

- LEIVISKÄ, I., 1905: Über die Entstehung der Dünengebiete an der Küste des Bottnischen Meerbusens. — *Fennia* **23**. N:o 2. Helsingfors.
- LEMBERG, B., 1933: Über die Vegetation der Flugsandgebiete an den Küsten Finnlands. I. Teil, Die Sukzession. — *Acta Bot. Fenn.* **12**.
- LUNDQVIST, G., 1920: Pollenanalytiska åldersbestämningar av flygsandsfält i Västergötland. — *Svensk Bot. Tidskr.* **14**.
- LÜTZELBURGER, J., 1922: Die Wanderdüne. — *Kosmos, Handweiser für Naturfreunde.* **1922**.
- MASSART, J., 1908: Essai de géographie botanique des districts littoraux et alluviaux de la Belgique. — *Recueil l'Institut. bot. Leo Errera* **7**.
- NILSSON, A., 1905: Anteckningar om svenska flygsandsfält. — *Geol. För. Förh.* **27**. Stockholm.
- OLSEN, C., 1925: Studier over Jordbundens Brintionkoncentration og dens Betydning for Vegetationen, særlig for Plantefordelingen i Naturen. — *Medd. Carlsberg Laboratorium.* **15**. København.
- ROSBERG, J. E., 1894—1895: Några dynbildningar på Bottniska vikens ostkust. — *Vet. Medd. Geogr. Fören. Finland* **2**.
- SOKOLOV, N. A., 1894: Die Dünen. — Berlin.
- SOLGER, F., 1910: Geologie der Dünen. — Im »Dünenbuch«. Stuttgart.
- TAYLOR, A. M., 1920: Ecological succession of mosses. — *Bot. Gaz.* **69**.
- WARMING, E., 1909: Dansk Plantevaext. 2. Klitterne. — København og Kristiania.







Abb. 1, S. 12. Auf dem Boden Sandstreifen und Sandringe. Die Wanderdüne im Hintergrund. Seiskari. 12. VII. 1926.



Abb. 2, S. 12. Sandring um die Basis einer Kiefer. Seiskari. 12. VII. 1926.



Abb. 3, S. 13. Relikt der Kommelipakka-Düne. Vattaja. 18. VII. 1926.



Abb. 4, S. 13. Die Wanderdüne dringt in eine Lagune ein.  
Kuokkala. 29. VII. 1924.



Abb. 5, S. 10. Die Laakainperänpakka-Wanderdüne dringt in ein Bruchmoor ein. Im Vordergrund *Eriophorum polystachyum*, *Carex limosa* und *C. rostrata*; vor dem Dünenfuss Bestände von *Juncus balticus*. Auf dem Boden Sandstreifen. Vattaja. 20. VII. 1926.



Abb. 6, S. 13. Randdüne mit Kiefern, *Calluna vulgaris*, *Empetrum nigrum*, *Vaccinium vitis idaea*, Waldmoosen usw. Der Hügel links übersandet und mit *Festuca polesica*, *Calamagrostis epigejos* und *Hieracium umbellatum* v. *dunense* bewachsen. Kuokkala. 29. VII. 1924.







ACTA BOTANICA FENNICA 14  
EDIDIT  
SOCIETAS PRO FAUNA ET FLORA FENNICA

ÜBER DIE  
VEGETATION DER FLUGSANDGEBIETE  
AN DEN KÜSTEN FINNLANDS

III. TEIL  
DIE EINZELNEN FLUGSANDGEBIETE

VON  
BERTEL LEMBERG

MIT 6 TAFELN

HELSINGFORSIAE 1935

✓

HELSINGFORS

1 9 3 5

DRUCK VON A.-G. F. TILGMANN

## Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Vorwort .....	5
<i>Kap. I. Die Dünengebiete auf der W-Küste des Ladoga-Sees</i> .....	6
A. Das Dünengebiet von Ikolkanlahti .....	6
B. Das Dünengebiet von Ruskeahiekka .....	8
C. Das Dünengebiet von Riiskanhiekka .....	9
D. Das Dünengebiet von Savotinhiekka .....	10
E. Das Dünengebiet von Lahesuonhiekka .....	11
F. Das Dünengebiet von Haminanhiekka .....	12
<i>Kap. II. Die Dünengebiete der W-Küste der Karelischen Landenge</i> ....	13
A. Das Dünengebiet von Kuokkala .....	14
B. Das Dünengebiet von Kellomäki .....	19
C. Das Dünengebiet von Ino .....	22
D. Das Dünengebiet von Muurila .....	24
E. Das Dünengebiet von Kuolemajärvi .....	25
F. Kleinere Dünengebiete zwischen Kuokkala und Kuolemajärvi...	27
<i>Kap. III. Die Dünengebiete auf Seiskari</i> .....	30
A. Das Dünengebiet der S-Küste .....	31
B. Das Dünengebiet der E-Küste .....	32
C. Das Dünengebiet der N-Küste .....	35
<i>Kap. IV. Die Dünengebiete auf Lavansaari</i> .....	37
A. Das Dünengebiet von Hiekkataipale .....	37
B. Die beiden Dünensysteme östlich von Hiekkataipale .....	39
C. Die Dünensysteme westlich von Hiekkataipale .....	39
D. Das Dünengebiet auf der N-Küste von Lavansaari .....	40
E. Die Dorfdüne .....	41
F. Das Dünengebiet von Hiekkakukkula .....	41
<i>Kap. V. Die Dünengebiete auf der Landspitze Hangöudd</i> .....	43
A. Das Dünengebiet von Lappvik .....	43
B. Das Dünengebiet von Syndalen .....	45
C. Die supramarine Düne von Syndalen .....	46
D. Das supramarine Dünengebiet beim Dorf Tvärminne .....	47
E. Die Dünen zwischen Björkskär und Henriksberg .....	48
F. Das Dünengebiet von Kolaviken .....	50
G. Das Dünengebiet von Störviken .....	51
H. Das Dünengebiet von Frihamnen .....	52
<i>Kap. VI. Die Dünengebiete der Festlandsküste des Bottnischen Meerbusens</i>	53
A. Das Dünengebiet auf der Landzunge Ytterö .....	53
B. Das supramarine Dünengebiet von Yxpila .....	58



	Seite
C. Das Dünengebiet im Kirchspiel Lohtaja .....	60
D. Das Dünengebiet im Kirchspiel Kalajoki .....	64
E. Das Dünengebiet im Kirchspiel Siikajoki .....	67
F. Das Dünengebiet von Röytänhiekkä .....	68
G. Das Dünengebiet von Tiironhiekkä .....	69
<i>Kap. VII. Die Dünengebiete auf der Insel Hailuoto im Bottnischen</i>	
<i>Meerbusen</i> .....	71
A. Das supramarine Dünengebiet von Ojakylä .....	71
B. Das supramarine Dünengebiet von Hyypä .....	72
C. Das Dünengebiet von Marjaniemi .....	73
Literaturverzeichnis .....	75

## Vorwort.

Die vorliegende Arbeit bildet den dritten Teil meiner Studien über die Vegetation der Flugsandgebiete an den Küsten Finnlands. Sie enthält Beschreibungen der einzelnen Dünengebiete und der Pflanzenvereine auf den verschiedenen Uferzonen und gibt die Länge und Breite der Gürtel und der Pflanzenvereine in Metern, die Massverhältnisse der Dünen usw. an. Derartige Angaben scheinen mir für künftige Untersuchungen von grosser Bedeutung zu sein, da die Flugsandufer Finnlands deutlicher als manche Küstenstrecken in anderen Ländern die aufeinander folgenden Stufen der Sukzession der Vegetation zu verfolgen gestatten. Dieses Verhalten ist durch die säkulare Landhebung bedingt, die an unseren Küsten — die östlichen Teile des Finnischen Meerbusens und die des Ladoga-Sees ausgenommen — beträchtlich ist (LEMBERG 1933, S. 13).

Die Pflanzen- bzw. Ufergürtel dehnen sich parallel zum Wassersaume aus und sind natürlich umso älter, je weiter der Abstand vom Wasser ist. Auf unseren Flugsandküsten sind diese Zonen im allgemeinen nicht breit. Infolge der Landhebung schieben sich jährlich neue Sandgürtel vor das Ufer und dieses dehnt sich infolgedessen ständig aus. Die landeinwärts gelegenen Gürtel werden damit immer mehr dem Wirkungsbereich der Wellen und dem neuen, von diesen auf den Ufersaum gespülten Sand entrückt: hierin liegt eine der wichtigsten Ursachen der Sukzession der Pflanzendecke unserer Flugsandküsten. Infolge der Landhebung durchläuft die Vegetation einer bestimmten Uferzone in kurzer Zeit mehrere Stufen der Entwicklung.

Die Bedeutung des dritten Teils dieser Studien liegt also darin, dass sie eine Unterlage für künftige Untersuchungen der Flugsandgebiete darstellt. Es ist somit möglich die Schnelligkeit des Zuwachses der Flugsandfelder selbst, der sukzessiven Entstehung der Pflanzengürtel, ihrer Dünen und der Entwicklung ihrer Vegetation festzustellen und den Betrag der obenangedeuteten Veränderungen innerhalb bestimmter Zeitperioden zu ermitteln. Solche Untersuchungen würden manche Fragen der Dünenforschung beleuchten, vielleicht auch endgültig lösen.

Helsingfors, Mai 1934.

*Der Verfasser.*

## Kap. 1. Die Dünengebiete auf der W-Küste des Ladoga-Sees. 1925.

Die von mir untersuchten Dünengebiete liegen zwischen der Reichsgrenze im S und der Mündung des Flusses Vuoksen bei der Stadt Kexholm (Käkisalmi) im N. Diese Küstenstrecke, die von den Parallelkreisen  $60^{\circ} 32'$  und  $61^{\circ} 3'$  und den Meridianen  $30^{\circ} 50'$  und  $30^{\circ} 15'$  E. Gr. begrenzt wird, hat eine Länge von ca. 75 km. Sie liegt gegen den Ladoga-See, da ein Schärenhof fehlt, ganz offen.

Die Küstenstrecke ist einförmig; stellenweise finden sich Buchten von verschiedener Grösse, die voneinander durch kurze Landspitzen, aus Moräne bestehend, getrennt sind. Auf den Ufern dieser Buchten befinden sich die Dünen; die kleineren Buchten, deren Länge 100—1500 m beträgt, haben nur wenige und kurze Dünen, die grossen Buchten, die mehrere Kilometer Länge erreichen, werden von einer oft grossen Anzahl zum Wassersaum paralleler bogenförmiger Dünen begleitet, die sehr lang sein können.

Diese Dünen haben ein recht hohes Alter und sind gewöhnlich mit Wald bewachsen. Zwischen dem Dünenbogen, der unmittelbar am Wasser liegt, und dem Wassersaum breitet sich eine schmale (15—17 m) Lakustrine aus, die sehr selten die Gestalt eines Flugsandfeldes annimmt. Auf dieser Lakustrine haben sich stellenweise junge Dünen gebildet, die von psammophilen Gräsern oder Laubbäumen gebaut sind, von denen die letztgenannten auf Bachufern oder an Lagunen in den Dünengebieten wachsen.

### A. Das Dünengebiet von Ikolkanlahti.

Dieses Dünengebiet liegt im Kirchspiel Metsäpirtti zwischen dem Dorfe Taipale an der südlichen Mündung des Flusses Vuoksen und der langen aus Moräne bestehenden Landspitze Ikolkanniemi; landeinwärts hört das Dünengebiet ca. 4 km vom See auf. Die Dünen, die ca.  $1\frac{1}{2}$  km von der Mündung des Flusses beginnen, erstrecken sich bis zur Basis der obenerwähnten Landspitze; ihre Länge ist ca. 6 km. — Das Dünengebiet umfasst eine schmale Lakustrine und eine Anzahl bogenförmiger mit Wald bestandener Dünen, zwischen denen niedrige baumbewachsene Täler liegen.

#### a. Die Lakustrine.

Die Lakustrine hat eine Breite von 10—20 m; der Sand ist feinkörnig und am Wassersaum mit Sandalgen bewachsen. Beinahe an der ganzen Küstenstrecke entlang zieht sich *Alnus incana* in zwei langgestreckten Reihen hin, die indessen durch die grossen Überschwemmungen des Jahres 1924 zum Ab-

sterben gebracht sind. Stellenweise treten auf der Lakustrine *Festuca rubra* v. *arenaria* und *Elymus arenarius* auf, die allerdings keine Dünen aufgebaut haben. Ca. 2 ½ km von der Mündung des Flusses entfernt liegt eine Lagune von ungef. 200 m Länge, die sich parallel zum Wassersaum ausdehnt und in ihren am meisten nach dem See zu gelegenen Partien mit Flugsand gefüllt ist; übrigens enthält sie offenes Wasser und geht landeinwärts in ein mit Erlen und Birken bewachsenes Bruchmoor über. Auf der Seeseite, ca. 20 m vom Wassersaume entfernt, liegt vor der Lagune eine 200 m lange, 10 m breite und ½ m hohe Düne, die von Holzpflanzen aufgebaut ist. Die Vegetation besteht aus strauchartigen *Alnus incana* 4, *A. glutinosa* 1, *Betula verrucosa* 3, *Pinus silvestris* 2 und *Juniperus communis* 3—4; die Erlen, Birken und Kiefern sind 3—4 m, die Wacholdersträucher 2—3 m hoch. Jungpflanzen dieser Arten kommen nicht vor. Die Leeseite ist mit *Festuca rubra* v. *arenaria* 6 und *F. polesica* 5 bewachsen; die Gräser erscheinen auch in offenen Flecken zwischen den Sträuchern. Unter diesen ist der Sand mit Humusstoffen gemischt, die durch Vermoderung der von den Bäumen und Sträuchern herrührenden Streu entstanden sind. Hier wachsen *Agrostis tenuis* 4, *Stellaria graminea* I, 6; näher an der Lagune kommen *Stellaria palustris* 1, *Moehringia trinervia* 2 und *Galium palustre* 2 vor.

#### b. Die bewaldeten Dünen.

Die Walddünen beginnen ca. 1 ½ km E der Mündung des Flusses Vuoksen und dehnen sich bis zur Landspitze Iolkanniemi aus. Ihre Anzahl ist nach Laulajainen (1914, S. 191—194) 35; sie treten als viele Kilometer lange Kieferndünen auf, welche die runde Bucht Iolkkanlahti bogenförmig umfassen. — In diesem Zusammenhang wird nur die jüngste, die dem See am nächsten gelegene Düne, deren ursprüngliche Vegetation stellenweise zerstört und durch eine sekundäre ersetzt ist, besprochen.

Die Düne ist ca. 6 km lang, die grösste Breite, am Zentrum der Bucht, beträgt 15 m; hier ist auch die Höhe mit ca. 5 m am grössten. In ihrem mittleren Teil ist die Düne ruinenhaft und durch tiefe aber schmale Quermulden in einzelne Abschnitte zerlegt (Abb. 1). Die Flanken sind dagegen weniger von der Erosion betroffen. Die Düne ist mit Kiefernwald vom *Vaccinium-Calluna*-Typ bewachsen, in dem hie und da *Empetrum nigrum*, *Arctostaphylos uva ursi* und *Thymus serpyllum* auftreten. Mehr nach der Landspitze Iolkanniemi zu kommen in der Düne auch *Juniperus communis*, *Betula verrucosa*, *Populus tremula* und *Salix acutifolia* vor; da die Kiefern hier grösstenteils abgehauen sind, geben die Laubbäume diesem Dünenabschnitt ihr Gepräge. — *Salix acutifolia* tritt teils im Dünenbogen selbst, teils auf dem landeinwärts gelegenen Waldboden auf. Während die Weiden mehr nach der Landspitze



zu in langen Abständen voneinander wachsen, erscheinen sie im zentralen Teil der Düne in Gruppen, die aus 4—5 Individuen bestehen. Die *Salix acutifolia*-Sträucher des Dünenbogens sind in hohem Grade zerstört (LEMBERG 1933, S. 96—97). Einige Bäume sind abgestorben und die gegen den See steil erodierte Böschung der Düne hinuntergestürzt.

Die Düne ist in ihrem zentralen Teil durch den Eisdruck stark erodiert worden; die Böschung fällt steil gegen die Lakustrine ab. Flugsand ist in recht grossen Mengen über den Kamm und die Leeseite der Düne, stellenweise auch über den hinter der Düne liegenden Boden ausgebreitet worden. Dieser Sand hat die ursprüngliche Vegetation begraben, und an ihrer Stelle ist eine neue Pflanzendecke entstanden, die aus *Calamagrostis epigejos*, *Festuca rubra* v. *arenaria*, *Elymus arenarius*, *Hieracium umbellatum* v. *dunense*, *Empetrum nigrum*, *Arctostaphylos uva ursi* sowie jungen *Thymus serpyllum*-Matten besteht. *Empetrum* ist besonders hervorzuheben. Dieser Zwergstrauch erscheint im offenen Sande des Dünenbogens und breitet sich über dessen Kamm und Windseite aus. Von der Düne ausgehend hat die Pflanze auch die Lakustrine erreicht; stellenweise tritt sie auch in isolierten Matten auf. Hier und da finden sich kleine *Empetrum*-Dünen. In einige von diesen ist *Vaccinium uliginosum* eingedrungen, dessen Invasion *Empetrum* unterlag.

## B. Das Dünengebiet von Ruskeahiekkä.

Das Dünengebiet liegt im Kirchspiel Pyhäjärvi in der Nähe des Dorfes Vernitsa innerhalb einer runden ca. 1 km langen Bucht, die im S und N von den Landspitzen Marjakankaanniemi und Vonkanniemi begrenzt ist. Die Landspitzen, die aus abgerundeten Steinen und Grus bestehen, sind mit Nadelwald bestanden. Durch den südlichsten und nördlichsten Abschnitt des Dünengebiets fliessen drei kleine Bäche.

Dieses Dünengebiet besteht aus einer Anzahl bewaldeter Dünen, die bogenförmig die Bucht umfassen, und einer 20—35 m breiten Lakustrine. Das ganze Dünensystem ist etwas über 1 km breit.

### a. Die Lakustrine.

Die Lakustrine, deren grober Sand und abgerundete Steine mehr oder weniger mit Flugsand bedeckt sind, ist schon lange als Lagerplatz für Holzwaren verwendet worden. Die Vegetation des Ufergürtels ist hierdurch fast ganz zerstört worden, sie besteht aus kleinen Flecken mit Sandalgen am Wassersaum und einigen *Festuca polesica*-, *Elymus arenarius*- und *Sagina nodosa*-Exemplaren.

b. *Die bewaldeten Dünen.*

Die niedrigen Dünenbögen sind mit Kiefernwald vom *Myrtillus-Vaccinium*-Typ bewachsen. Hiebe sind im allgemeinen nicht vorgenommen worden; nur die der Lakustrine am nächsten gelegene Düne, die hier näher beschrieben wird, die ca. 25 m breit und 3  $\frac{1}{2}$  m hoch ist, trägt lichten Wald, deren zum Teil eingesandete Feldschicht aus *Vaccinium vitis idaea*, *V. uliginosum* und *Empetrum nigrum* besteht. Übrigens ist die Düne stark erodiert und stellenweise durch Holztransport zerstört worden.

Die Feldschicht der unberührten Partien der Düne erhält durch *Empetrum nigrum* ihr Gepräge; der Zwergstrauch hat auf dem Dünenbogen kleine Dünen erzeugt, auch einige *Vaccinium uliginosum*-Dünen kommen vor. Die letztere Art ist in einigen Fällen in die *Empetrum*-Dünen eingedrungen. — Im offenen Sande erscheint *Festuca polesica* III und *Sagina nodosa* 1-2. — Die landeinwärts gelegene, der Düne am nächsten gelegene Partie des Waldbodens ist eingesandet und dem Sande sind *Calamagrostis epigejos*, *Festuca polesica*, *Elymus arenarius* und *Hieracium umbellatum* v. *dunense* gefolgt.

C. *Das Dünengebiet von Riiskanhiekka.*

Im Kirchspiel Pyhäjärvi, ungef. 7 km N von Ruskeahiekka und ca. 3 km N vom Dorfe Sortanlahti, breitet sich das Dünengebiet von Riiskanhiekka zwischen dem kleinen Fluss Riiskanjoki im S und der mit Nadelwald bestandenen Landspitze Polvana im N aus. Das Dünengebiet umschliesst eine abgerundete Bucht; es hat eine Länge von 1  $\frac{1}{2}$  km und grösste Breite von 1 km. Es wird von zwei kleinen Flüssen berührt, von denen der eine ganz in der Nähe von Polvana mündet, während der andere, Riiskanjoki, die Grenze des Flugsandgebietes im S bildet. Dieses besteht aus einer bis zu 60 m breiten Lakustrine und einigen niedrigen Dünen, welche bogenförmig die Uferzone umgeben. Sie bilden alte Walddünen, deren Bäume zum grössten Teil gehauen sind, wodurch die Bodenvegetation auf ausgedehnten Flächen zerstört ist. Durch das Dünengebiet führen Wege, auch wird es als Lagerplatz für Holz benutzt.

a. *Die Lakustrine.*

Der Flugsand ist mit gröberem Sand gemischt. Die Vegetation ist fast ganz zerstört. Am Wassersaum kommen Sandalgen in kleinen Flecken vor; landeinwärts wachsen zwischen Holzstapeln *Festuca polesica* I und *Elymus arenarius* I.

b. *Die bewaldeten Dünen.*

Die Anzahl der bewaldeten Dünen ist drei; sie umfassen die Bucht bogenförmig. Die dem Ufer am nächsten gelegene Düne hat eine Breite von 10—

15 m; ihre Höhe ist im südlichsten Teil unmittelbar am Fluss Riiskanjoki 3 m, nach der Landspitze Polvana zu nimmt die Höhe allmählich ab und die Düne ist schliesslich bis zum Niveau des umgebenden Waldbodens eingeebnet. Die landeinwärts gelegenen Dünen sind niedriger. Der Kamm und die Windseite des höchsten Abschnitts der erstgenannten Düne ist mit einigen *Salix acutifolia*-Sträuchern und *Pinus silvestris*-Jungpflanzen bewachsen. Unter den Kiefern findet man kleine Matten von *Ceratodon purpureus* und *Rhacomitrium canescens*, aus denen die Spitzen von *Polytrichum piliferum* hervorragen; auf einigen derselben breitet sich *Stereocaulon paschale* aus. Zwischen den Kiefern treten *Empetrum nigrum* und *Arctostaphylos uva ursi* auf. — Auf der Leeseite dieses Dünenabschnitts wachsen *Calamagrostis epigejos* 6—7 und *Hieracium umbellatum* v. *dunense* 4—5. — Die Vegetation der übrigen Teile der Düne ist nur unvollständig erhalten; sie besteht aus *Calamagrostis epigejos* 4 und *Festuca polesica* IV—V.

#### D. Das Dünengebiet von Savotinhiekka.

Das Dünengebiet liegt im Kirchspiel Pyhäjärvi; es breitet sich an der runden Bucht aus, die im SE von der Landspitze Tahkonieni, im NW von der Landspitze Ravinniemi begrenzt wird. Die Landspitzen bestehen aus Moräne und sind mit Wald bewachsen. Auf Tahkonieni liegt das Fischerdorf Vuohensalo. Durch das Dünengebiet fliessen vier Bäche; hie und da treten trockene Bachfurchen auf.

Das ca. 700 m lange Dünengebiet umfasst eine 15—30 m breite Lakustrine und eine kleine Anzahl mit lichtem Kiefernwald bewachsener bogenförmiger Dünen.

##### a. Die Lakustrine.

Der grobe Sand ist mit Flugsand gemischt. Am Wassersaum kommen hie und da Sandalgen vor. Landeinwärts erscheinen *Festuca polesica* I und *Elymus arenarius* I. An den Ufern der Bäche wachsen kleine Gruppen von jungen *Alnus incana*, *Prunus padus* und *Sorbus aucuparia*, die niedrige Dünen gebaut haben.

##### b. Die bewaldeten Dünen.

Die an das Ufer grenzende mit lichtem Kiefernwald bestandene bogenförmige Düne erreicht im Zentrum der Bucht eine Höhe von etwas über 3 m. Ihr SE-Abschnitt ist mit einer seewärts gelegenen kurzen Düne zusammengewachsen; diese hat eine Höhe von ungef. 3 m. Sie ist von Laubbäumen am Rande eines jetzt trockenen Baches aufgebaut worden. Diese Laubbaum-

düne besteht aus zwei Abschnitten, von denen der eine von *Betula verrucosa*, der andere von *Prunus padus* dominiert wird.

**Der erste Abschnitt.** Die 5 m hohen Birken auf dem Kamm und der Leeseite stecken bis zu den Kronen in der Düne; die eingesandeten Äste haben Adventivwurzeln erzeugt. Der Stamm der Bäume war in einigen Fällen verkümmert, in anderen Fällen schon abgestorben. Er war von kreisförmig angeordneten Ästen umgeben, die gerade aufwärts aus dem Sande gewachsen waren und Baumform angenommen hatten. Der Sand war unter den Birken mit Laubstreu gemischt; hier wuchsen *Calamagrostis epigejos* 6, *Festuca polesica* VI, *Poa pratensis* 6—7, *Majanthemum bifolium* I, 6, *Stellaria graminea* I, 6, hie und da einige Waldmoose. — Die baumlose Windböschung, aus welcher freierodierte Birkenwurzeln hervorschiessen, ist mit einigen *Festuca polesica*-, *Elymus arenarius*- und, im Schutze von über der Böschung ausgestreckten Birkenästen, *Hieracium umbellatum* v. *dunense*-Exemplaren bewachsen.

**Der zweite Abschnitt.** Unter den Traubenkirschbäumen wachsen auch Grauerlen und Ebereschen. Die erstgenannten sind alt und bilden auf dem Kamm und der Windseite ein 2—3 m hohes Dickicht, das fast ganz aus Ästen bestand; die Stämme der Bäume waren von den Seewinden über die Sandoberfläche gebogen, so dass ihre Kronen auf dem Sande lagen. Die in diesem steckenden Teile der Äste hatten Adventivwurzeln und Stammsprosse erzeugt. Die Wipfel der Äste waren in einigen Fällen durch den Sand gewachsen und bildeten kleine aufwärtsgerichtete Sträucher. Einige Äste bzw. Bäume waren abgestorben. Der Sand war mit Streu von den Bäumen gemischt. Die Feldschicht besteht aus *Ceratodon purpureus*, *Hypnum* sp. und *Dicranum* sp. in kleinen Flecken, *Poa pratensis* 5, *Festuca ovina* VI, *Stellaria media* II, 6, *S. graminea* II, 6, *Moehringia trinervia* 6, *Fragaria vesca* II, 6, *Trifolium repens* I, *Sedum acre* V. Im offenen Flugsand wachsen *Festuca polesica* V und *Elymus arenarius* III, die auch in den offenen Partien der Windseite auftreten.

Die seewärts gelegene, mit der Laubwalddüne vereinigte Düne ist mit alten lichtstehenden Kiefern bestanden. Die übrige Vegetation ist beinahe zerstört, nur stellenweise kommt *Empetrum nigrum* und *Arctostaphylos uva ursi* vor, zwischen denen einige *Festuca polesica*- und *Elymus arenarius*-Exemplare wachsen.

### E. Das Dünengebiet von Lahesuonhiekkä.

Dieses Dünengebiet liegt im Kirchspiel Kexholm (Käkisalmi) ein paar Kilometer NW von Savotinhiekkä. Es umschliesst eine halbkreisförmige Bucht, die im SE und NW von den bewaldeten, aus Moräne bestehenden Landspitzen Lahesuoniemi und Suurkivenniemi begrenzt ist. Die Länge dieses Dünengebietes beträgt 600 m.



## a. Die Lakustrine.

Der Ufergürtel weist im Zentrum der Bucht grössere Mengen Flugsand auf; gegen die beiden Landspitzen nimmt dieser ab. Mit Ausnahme von kleinen Sandalgenflecken am Wassersaume ist der Gürtel vegetationslos.

## b. Die bewaldeten Dünen.

Der erste Dünenbogen, vom See aus gerechnet, ist im Zentrum der Bucht am höchsten (2 ½ m). Die Windseite ist stark erodiert und fällt steil nach der Lakustrine zu ab. Eine kleine Anzahl alter Kiefern wächst auf dem Kamme und der Leeseite. Diese beiden Partien der Düne sind mit einer reichen Vegetation von *Empetrum nigrum* IV, *Arctostaphylos uva ursi* I und *Vaccinium uliginosum* III bekleidet. Die Zwergsträucher haben runde Dünen erzeugt. Auffallend waren die halbsphärischen *Vaccinium*-Dünen, mit ungewöhnlich üppigen und hohen Pflanzen. *Vaccinium uliginosum* war in seiner Ausbreitung stellenweise auf andere Zwergsträucher gestossen, hatte sie überwachsen und getötet. — Hie und da hatte *Elymus arenarius* II niedrige Dünen gebaut.

## F. Das Dünengebiet von Haminanhiekka.

Dieses Dünengebiet liegt im Kirchspiel Kexholm (Käkisalmi) ungef. 3 km E von der Stadt Kexholm (Käkisalmi) zwischen der aus Grus und Steinen bestehenden Landspitze Puterniemi und der Mündung des Flusses Vuoksen, südlich derselben. Das Gebiet, das eine Länge von ca. 2 km hat, umfasst eine mit recht grossen Mengen Flugsand bedeckte Lakustrine und ein System von bewaldeten Dünen.

## a. Die Lakustrine.

Bei der Landspitze Puterniemi ist der Ufergürtel nur ca. 10 m breit, weiter nördlich, in der Nähe der Flussmündung ist er am breitesten, ungef. 100 m; hier wird die Lakustrine von zwei Bächen durchflossen. — Die Vegetation besteht aus Sandalgen am Wassersaume, landeinwärts aus *Festuca polesica* I, *Elymus arenarius* I, *Salix acutifolia*, *Alnus incana* und *Betula verrucosa*; die Holzgewächse treten auf den Ufern der beiden Bäche auf. Dominierend ist *Salix acutifolia*, die eine ca. 200 m lange, lichte Reihe bildet (LEMBERG 1933, Abb. 5). Die Weiden haben Baumhabitus. Sie bilden dichte Gruppen, von denen übrigens einige gestorben sind; wahrscheinlich ist jede Gruppe nur ein einziges stark verzweigtes Individuum. In dem von den Weidenexemplaren erzeugten niedrigen Dünenwall wachsen *Festuca polesica* V—VI und *Elymus arenarius* V—VI; die Gräser sind teilweise abgeweidet.

## b. Die bewaldeten Dünen.

Die der Lakustrine am nächsten gelegene Düne ist mit Kiefern bestanden. Sie fängt in der Nähe der Landspitze Puterniemi an und endet vor der Mündung des Flusses Vuoksen. An der Meeresseite dieser Kieferndüne in der Nähe des Flusses liegt eine kurze Laubbaumdüne, die am Ufer eines Baches, der jetzt diese Düne von der Kieferndüne trennt, entstanden ist. — Die Laubbaumdüne, die eine Höhe von über 5 m hat, ist mit *Betula verrucosa*, *B. pubescens* und *Prunus padus* bewachsen; seltener sind hier *Populus tremula*, *Alnus incana*, *Salix acutifolia* und *Pinus silvestris*. — Während die Kiefern sekundär auf der Düne eingedrungen sind, sind die Laubbäume primär. Ihre Stämme steckten bis zur Krone in der Düne. Das Geäst war sehr dicht; die Bäume hatten grosse Mengen Adventivsprosse erzeugt. Die Vegetation gewisser Partien der Düne erhielt ihr Gepräge durch die Traubenkirschbäume, andere durch die Birken. Die ursprüngliche Bodenvegetation, die aus Waldmoosen, Zwergsträuchern usw. bestand, war stellenweise übersandet und mit *Calamagrostis epigejos*, *Festuca polesica*, *Elymus arenarius*, *Arctostaphylos uva ursi* und *Hieracium umbellatum* v. *dunense* bewachsen.

## Kap. II. Die Dünengebiete der W-Küste der Karelischen Landenge.

Die von mir untersuchten Dünengebiete des Finnischen Meerbusens bestehen aus einem oft ausgedehnten Flugsandfeld mit jungen Dünen, welches landeinwärts von einer gewöhnlich bewaldeten Düne, der Randdüne, begrenzt wird; auf diese Düne folgen landeinwärts nicht selten andere, mit Wald bestandene Dünen. — Solche Dünengebiete finden sich 1) auf der nach dem Meer gelegenen Küste der Karelischen Landenge, 2) auf den Ausseninseln Seiskari und Lavansaari im Finnischen Meerbusen und 3) auf der Landspitze Hangöudd.

Die Dünengebiete der W-Küste der Karelischen Landenge liegen auf der Küstenstrecke Rajajoki (Systerbäck) — Kirchdorf Koivisto zwischen 60° 8' und 60° 19' n. Br., 30° 0' und 28° 40' E. Gr. Die Länge dieser Dünenküste ist ca. 80 km. Sie hat einen sehr regelmässigen Verlauf, da grössere Buchten und Landspitzen selten sind; solche kommen nur zwischen Seivästö und Koivisto vor. Der grösste Teil der Küste ist ohne Schären; nur auf der kurzen Strecke Muurila—Koivisto sind einige Inseln vorgelagert.

## A. Das Dünengebiet von Kuokkala. 1924, 1925, 1928.

60° 8' n. Br., 30° 0' E. Gr.

Das Dünengebiet, das am Grenzfluss Rajajoki anfängt, hat eine Ausdehnung parallel zur Küste von ca. 1 km; die Breite ist 400—500 m. Im Sommer 1924 waren die Verhältnisse folgende:

## a. Das Flugsandfeld.

Das Flugsandfeld besteht aus zwei Abschnitten, einem südlichen (b), der am Fluss Rajajoki beginnt, und sich ca. 400 m nach NW ausdehnt, und einem nördlichen (a), der den übrigen Teil des Flugsandfeldes umfasst. Die Breite des ersten Abschnittes ist 70—100 m, die des zweiten 200—255 m.

a. Der nördliche Abschnitt. Die *Saline* hat eine Breite von 10—20 m. Der Flugsand ist mit Grus und kleineren Steinen gemischt. Am Wassersaume treten Sandalgen auf.

Die 20—40 m breite *Suprasaline* ist mit Schichten von grösstenteils toten *Scirpus Tabernaemontani*, *Phragmites communis*, *Cicuta virosa* und *Naumburgia thyrsiflora* bedeckt; auch kommen hier lebende Rhizome dieser Pflanzen sowie *Entheromorpha* und etwas *Fucus* vor. Diese Schicht ist teilweise übersandet. Die landeinwärts gelegenen Teile sind mit lichten *Calamagrostis epigejos*, *Festuca rubra* v. *arenaria*, *Elymus arenarius*, *Honckenya peploides*, *Cakile maritima* und *Lathyrus maritimus* bewachsen. *Festuca* ist sekundär in den angesammelten Flugsand eingedrungen; die übrigen Pflanzen wachsen primär auf dem feuchten Ufersand, der von der Binsenschicht überlagert wird.

Das *Supralitoral* hat am Rajajoki eine Breite von ca. 40 m. Gegen N wird der Ufergürtel ausgedehnter und erreicht ungef. 400 m vom Grenzfluss eine Breite von 195 m um gegen N wieder schmaler zu werden. Diese breite Partie (LEMBERG 1933, Abb. 3) wies folgende Pflanzengürtel auf:

1. An der Grenze zum *Litoral* einen 20—30 m breiten Gürtel, auf dem eine Anzahl voneinander isolierter  $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$  m hoher weisser Dünen, die von *Elymus arenarius* VI aufgebaut waren, auftraten. Zwischen den Dünen wuchs im Flugsand *Calamagrostis epigejos* 1 und *Festuca rubra* v. *arenaria* 1. — 2. Eine ca. 200 m lange 1— $1\frac{1}{2}$  m hohe und 8—10 m breite Transversaldüne. Die Windseite war mit *Elymus arenarius* VI—VII, *Festuca rubra* v. *arenaria* 4 und *Hieracium umbellatum* v. *dunense* 1 bewachsen. Auf dem Kamme traten *Elymus arenarius* III—V, *Festuca rubra* v. *arenaria* 7, *F. polesica* III und *Hieracium umbellatum* v. *dunense* 2 auf. Auf der Leeböschung wuchsen *Festuca rubra* v. *arenaria* I, 7, *F. polesica* VI—VII, *Calamagrostis epigejos* 1 und *Hieracium umbellatum* v. *dunense* 5—6. — 3. Ein 25—40 m breiter Gürtel,

auf dem eine Anzahl ca. 2 m hoher kuppelförmiger weisser Dünen auftraten; die meisten waren mit *Festuca polesica* VII, nur einige mit *F. rubra* v. *arenaria* 7 bewachsen. — 4. Eine Transversaldüne von 2—2 ½ m Höhe und 30—35 m Breite. Die Düne war von Erosionsmulden durchzogen, von denen einige bis fast zum Grundwasserspiegel ausgetieft waren. Die Windböschung und der Kamm waren mit *Festuca polesica* VII, *F. rubra* v. *arenaria* I, 7, *Vicia cracca* 1, *Artemisia campestris* 1, *Achillea millefolium* 1, *Hieracium umbellatum* v. *dunense* 1 bewachsen. Auf der Leeböschung traten *Festuca polesica* VII, *F. rubra* v. *arenaria* I, 7, *Calamagrostis epigejos* I—II, 6 und *Hieracium umbellatum* v. *dunense* 4 auf. In den landeinwärts gelegenen Mündungen der Erosionsmulden war Flugsand angehäuft; hier wuchsen *Festuca polesica* VI und *Elymus arenarius* VI entweder zusammen oder jedes Gras für sich. — 5. Ein 25—30 m breiter Gürtel mit ½—1 ½ m hohen isolierten weissen Dünen mit *Festuca polesica* VII, *F. rubra* v. *arenaria* I, 7, *Calamagrostis epigejos* 1 und *Hieracium umbellatum* v. *dunense* 1 bewachsen. — 6. Eine 45—50 m breite Zone mit ½—1 ½ m hohen grauen Dünen. Zwischen diesen fanden sich verschieden grosse Vertiefungen. Die Dünen waren mit *Festuca polesica* VI, *F. rubra* v. *arenaria* I, 6, *Calamagrostis epigejos* 1, *Hieracium umbellatum* v. *dunense* 1, *Polytrichum piliferum*, *Ceratodon purpureus*, *Rhacomitrium canescens*, *Stereocaulon paschale*, *Cladonia sylvatica*, *C. pyxidata*, *Cetraria islandica* und *C. aculeata* bewachsen. — *Polytrichum* wuchs in kleinen Matten zwischen den Phanerogamen. *Ceratodon* war selten, er bildete 20—30 qcm grosse Betten in der Sandoberfläche. Von den Kryptogamen war *Rhacomitrium* dominierend; es hatte sich auch über die übrigen Moose ausgebreitet, die man unter seinen Matten verwelkend bzw. schon abgestorben antreffen konnte. Hie und da kamen Sandkuchen vor. Auf der Leeböschung der Dünen trat *Peltigera canina* spärlich auf. Die Flechten erschienen teils in den Matten der obenerwähnten Moose, teils in dem offenen Sande zwischen denselben. *Stereocaulon paschale* beherrschte die meisten Flechtendünen, in einigen dominierte *Cetraria islandica*; die letztgenannte Art wuchs auf *Rhacomitrium canescens*, das welkend oder abgestorben unter der Flechte angetroffen wurde; auch *Stereocaulon*, das dichte zusammenhängende Matten bildete, hatte die *Rhacomitrium*-Polster um- oder überwachsen. — Die Phanerogamen in den grauen Dünen waren verkümmert. — 7. Zwischen den Dünen im Gürtel 6 finden sich Senken von zweierlei Art: Deflationsmulden und Lagunen (LEMBERG 1933, S. 103—106). In der Mulde in Abb. 21 (l. c.) wuchsen in dem feuchten Grunde: *Sandalen*, *Equisetum arvense* 5, *Agrostis canina* 5, *Calamagrostis epigejos*, steril, 5, *Elymus arenarius* I, *Carex canescens* II—III, *Juncus lampocarpus* 6, *J. bufonius* 7—8, Jungpflanzen von *Salix phylicifolia* 1, *Sagina nodosa* 1, *Spergularia rubra* 6. Auf den trockenen Rändern kamen kleine Polster von *Rhacomitrium canescens* 2—3 und *Polytrichum juniperinum* 2 nebst *Rumex acetosella* 2 vor. In



älteren Deflationsmulden fanden sich in dem feuchten, tiefsten Teile *Bryum* sp. in dichten Überzügen, in kleinen Polstern *Rhacomitrium canescens* III und *Polytrichum juniperinum* V, *Agrostis. canina* I—II, *Calamagrostis epigejos* steril 5, *Festuca rubra* v. *arenaria* 4—5, *Elymus arenarius* V, *Carex Goodenowii* I, *C. stellulata* I, *Juncus filiformis* I, *J. lampocarpus* V, *J. fuscoater* IV, *J. nodulosus* 4, *J. bufonius* 7—8, *Luzula multiflora* 1, *Equisetum arvense* 5—6, *Sagina procumbens* 1, *Spergularia rubra* IV, 7, Jungpflanzen von *Pinus silvestris* (10 cm), *Populus tremula*, *Salix phylicifolia*, *S. acutifolia*, *Betula pubescens*, *Alnus incana*, *A. glutinosa*; die Jungpflanzen der Laubbäume waren 15—30 cm hoch. — In den trockenen Rändern wuchsen *Rhacomitrium canescens* IV, *Polytrichum juniperinum* IV, *Ceratodon purpureus* II, *Catharinea tenella* I, 8, *C. undulata* I, 8, *Rumex acetosella* 1, *Sagina nodosa* 1, *Spergularia rubra* II, 6. — Eine 120 m lange, 10—15 m breite, eingesandete L a g u n e, in 90 m Entfernung vom Meere, war in ihrer feuchten Partie mit folgenden Pflanzen bewachsen: *Bryum* sp., *Polytrichum juniperinum*, *Equisetum arvense* 6, *Agrostis canina* II, *Calamagrostis epigejos* 5, *Festuca rubra* v. *arenaria* 5, *Elymus arenarius* IV—V, *Carex Goodenowii* I, 7, *C. contigua* I, *Juncus filiformis* I, *J. lampocarpus* VI, *J. fuscoater* V, *J. bufonius* 8, *Luzula multiflora* 1, *Sagina procumbens* 1, *Spergularia rubra* IV, 7, *Drosera rotundifolia* 1, *Naumburgia thyrsiflora* I, 6, *Veronica officinalis* 1, *Hieracium umbellatum* v. *dunense* 5, Jungpflanzen von *Pinus silvestris* (10 cm), *Alnus incana* (15—20 cm). In den trockenen Rändern: *Ceratodon purpureus*, *Catharinea tenella*, *C. undulata*, *Polytrichum juniperinum*, *Rumex acetosella* I, 6, *Sagina nodosa* 5. — In dem eingesandeten trockenen Teil wuchsen (1924) *Festuca rubra* v. *arenaria* 7—8, *Elymus* V—VI, *Hieracium umbellatum* v. *dunense* 6. 1928 traten hier *Calamagrostis epigejos* 6, *Festuca rubra* v. *arenaria* 7—8, *F. polesica* VI, *Elymus* V, *Hieracium umbellatum* v. *dunense* 4 auf. In der südlichsten Partie des Abschnittes fand sich eine 2 ½ m hohe, ca. 25 Jahre alte kräftige Kiefer.

Am 23. September 1924 wütete im östlichen Teil des Finnischen Meerbusens ein Sturm, von dem auch das Dünengebiet von Kuokkala betroffen wurde (LEMBERG 1933, S. 51). Hierbei wurde die ganze Vegetation der Saline und der Suprasaline weggespült; im Supralitoral wurden die Vegetation und die Dünen der Gürtel 1—3 zerstört. Im Gürtel 4 war nach dem Sturm nur ein mit *Festuca polesica* bewachsener 2 m hoher und 6 m langer Erosionsrest übrig. Die weiter landeinwärts gelegenen Vegetationszonen waren dagegen beinahe unverändert.

b. Der südliche Abschnitt. Die Vegetation des L i t o r a l s war im Sommer 1924 dieselbe wie auf dem nördlichen Abschnitt; im S u p r a l i t o r a l war die Vegetation der Gürtel 1—3 beider Abschnitte die gleiche. — 4. Landeinwärts liegt eine ca. 40 m breite supralitorale Zone, die an einen in einer alten, längst eingesandeten Lagune entstandenen Laubwald grenzt. Diese Zone

umschliesst auch eine mit Wasser gefüllte junge Lagune. Die Vegetation bestand aus *Festuca polesica* VI und *Calamagrostis epigejos* 3, die auf  $\frac{1}{2}$ —4 m hohen Dünen wuchsen. Nordwestlich der Flussmündung dehnt sich eine 200 m lange Reihe von 3—4 m hohen *Salix acutifolia*-Sträuchern aus. Die Reihe, in der auch einige strauchartige *Alnus glutinosa*-Exemplare stehen, verläuft in einem Abstand von 35—40 m parallel zum Wassersaum. Die Weiden sind 1—4 m voneinander entfernt. Die nordwestlichste Partie der *Salix*-Reihe hatte eine 20 m lange, 12 m breite und 2 m hohe Düne aufgebaut, aus der sich 1  $\frac{1}{2}$ —2 m hohe dichtstehende *Salix acutifolia*-Sträucher erhoben. Die fertilen Sträucher waren fast alle weiblich (LEMBERG 1933, Abb. 6). Auf der Düne wuchsen *Calamagrostis epigejos*, *Festuca rubra* v. *arenaria* und *Elymus arenarius*. Der Sturm 1924 zerstörte die Düne fast ganz (LEMBERG 1933, S. 97; Abb. 6). Ihre Meeresböschung wurde von den Meereswellen weggespült; der Kamm der Dünenruine fällt jetzt mit einem ganz steilen Abhang nach dem Flugsandfeld zu ab. — Einige Meter von der *Salix*-Düne nach dem Meere zu steht eine ca. 40 m lange Reihe von 3—3  $\frac{1}{2}$  m hohem *Pinus silvestris*, dessen erste Astetagen Sand zu niedrigen Dünenhügeln akkumuliert haben, aus denen die Spitzen der wurzelerzeugenden Äste hervorragen. Die Kiefern, die in 1—2 m Abstand voneinander stehen, sind angepflanzt. In der Nähe dieser Reihe befindet sich eine zweite, die 20 m lang ist und aus 1—1  $\frac{3}{4}$  m hoher *Picea abies* besteht; die eingesandeten Äste der Fichten hatten Adventivwurzeln erzeugt.

Ungef. 75 m NW von der *Salix acutifolia*-Düne zog sich die 125 m lange Süsswasserlagune in SSE—NNW Richtung hin; die grösste Breite war 11 m. Während des Sturmes wurde die früher einheitliche Lagune durch eingetriebene Sandmassen in zwei, eine kleinere und eine grössere Lagune, zerlegt. Die folgende Vegetationsbeschreibung bezieht sich auf den Stand des Jahres 1925. In der kleineren Lagune traten einige Exemplare von *Equisetum fluviatile* auf. Die grössere Lagune war in ihren tiefsten Teilen mit einigen *Equisetum fluviatile*-, *Phragmites communis*-, *Scirpus Tabernaemontani*- und *Nymphaea candida*-Exemplaren bewachsen. Am Ufer nach der Landseite zu wuchsen im Wasser einige Exemplare von *Carex aquatilis*, *Menyanthes trifoliata* und *Scutellaria galericulata*. Auf dem feuchten Ufer der Landseite, das mit einer dicken Schicht von Schilf und Binsen bedeckt war, fand sich eine 2—3 m breite Zone, in der *Carex aquatilis* 6 dominierte; in dieser Zone wuchsen *Caltha palustris* 5—6, *Comarum palustre* 5, *Naumburgia thyrsiflora* 6 und *Scutellaria galericulata* 5. Landeinwärts folgte ein 4 m breiter Gürtel trockenen Sandes; hier kamen *Equisetum arvense* 6, *Agrostis stolonifera* 4—5, *Galium palustre* 1, Jungpflanzen von *Alnus glutinosa* 3 und *Alnus incana* 3 vor. Auf diese Zone folgten Dünenhügel mit *Festuca polesica* und *Calamagrostis epigejos*. — Weder im Wasser noch auf dem nach dem Meere zu gelegenen Ufer der Lagune kamen

Pflanzen vor, da neuer Sand von dem ausserhalb liegenden Flugsandfeld unaufhörlich hineintrieb.

Im Mai 1928 war die kleine Lagune verschwunden, die zweite war beträchtlich kleiner geworden. Im Wasser wuchsen *Equisetum fluviatile*, *Carex aquatilis*, *Alisma plantago-aquatica*, *Hippuris vulgaris*, *Nymphaea candida*, *Menyanthes trifoliata*, alle in wenigen Individuen. Auf dem feuchten Ufer der Landseite kamen *Carex aquatilis*, *Scirpus uniglumis* und *Comarum palustre* in einer schmalen Zone vor, auf die eine zweite folgte, deren fast geschlossene Pflanzendecke auf der obenerwähnten, aus Schilf und Binsen bestehenden, jetzt vermoderten Schicht emporgewachsen war; in dieser Zone wurden *Equisetum arvense* 6, *Carex aquatilis* 6, *Alisma plantago-aquatica* 4, *Naumburgia thyrsiflora* 4 und *Scutellaria galericulata* 5 angetroffen. In der landeinwärts gelegenen 3—4 m breiten Zone, deren Sand getrocknet war, fanden sich *Equisetum arvense*, *Agrostis stolonifera*, *Calamagrostis epigejos*, *Iris pseudacorus*, *Ranunculus repens*, *Potentilla anserina*, *Scutellaria galericulata* und Jungpflanzen von *Salix acutifolia*. Weiter landeinwärts folgten die mit *Festuca* und *Calamagrostis* bewachsenen Dünenhügel. — Das nach dem Meere zu gelegene Ufer der Lagune hatte jetzt Vegetation. Am meisten nach der Lagune zu dehnte sich eine 2 m breite feuchte Sandalgenzone aus, in deren dunklem Sande sich helle Flecken fanden, die dem Einfluss einiger *Bledius*-Arten zuzuschreiben sind. Meerseits dieser Zone wuchsen in einem 10—12 m breiten und 100 m langen, Sandalgen führenden Gürtel Jungpflanzen von *Salix acutifolia* 6, die 10—15 cm hoch waren. In diesem Gürtel fand sich auch *Equisetum arvense* I, 6, *Juncus bufonius* I, 8, *J. filiformis* I und *J. nodulosus* 1.

Unmittelbar nach dem Orkan 1924 war das Litoral und die diesem am nächsten gelegenen Teile des Supralitorals vegetationslos. Während der nördliche Abschnitt noch 1928 nur einige Exemplare von *Festuca rubra* v. *arenaria* und *Calamagrostis epigejos* aufwies, traten auf dem südlichen Abschnitt Dünen verschiedener Art auf. Diese waren von *Agrostis stolonifera* v. *maritima*, *Calamagrostis epigejos*, *Poa annua*, *Festuca rubra* v. *arenaria* und *Elymus* gebaut. Die *Elymus*- und die *Festuca*-Dünen fanden sich auf dem ganzen Litoral, die *Calamagrostis*-Dünen nur auf den landeinwärts gelegenen Teilen des Ufergürtels; in der Nähe der obenerwähnten Lagune lagen die übrigen Dünen. Die Form der *Poa*-Dünen war eine rundliche; die Leeseite war pflanzenleer, der Kamm und die Windseite waren mit einer Matte überzogen, die von den z. Teil eingesandeten Zweigen, deren Internodien stark verlängert waren, gebildet war. *Ranunculus repens* hatte einige ca. 20 cm hohe Dünen gebaut, durch welche die 40—45 cm langen Ausläufer hindurch gewachsen waren. Die Blattrosetten hatten die Sandoberfläche, über welcher sich die Blätter ausbreiteten, erreicht. In diesen Dünen wuchsen *Agrostis stolonifera* v. *maritima* 6—7 und *Salix acutifolia*-Jungpflanzen 1.

## b. Die Randdüne.

Das Flugsandfeld wird landeinwärts von der bewaldeten Randdüne, deren höchste Partien 14 m Höhe erreichen, begrenzt; ihre Länge ist ca.  $\frac{1}{2}$  km, die grösste Breite 300 m. Der Wald gehört zum *Vaccinium-Myrtillus*-Typ. Die Bodendecke ist im allgemeinen geschlossen; im zentralen und höchsten Teil der Düne, über den ein Weg führt, ist der Wald teilweise abgetrieben, die Bodenvegetation zum grössten Teil zerstört und der Sand infolgedessen freigelegt; dieser Abschnitt der Düne wandert in eine Lagune hinein. Die Windböschung dieser Dünenpartie ist mit *Arctostaphylos uva ursi* und *Empetrum nigrum* bewachsen, die Flugsand zu niedrigen Dünenhügeln eingefangen haben. Das Wurzelsystem einiger auf der Düne wachsender Kiefern war entblösst und mehrere Bäume waren umgestürzt; andere waren vom Winde bogenförmig über die Sandoberfläche gebogen worden, wobei die Kronen auf dem Sande lagen. Die Äste hatten Sand zu  $\frac{1}{2}$ —1 m hohen Dünen, deren Windseite später steil erodiert wurde, eingefangen. — Im offenen Sande der Windböschung und des Kammes wächst *Festuca polesica* I—III; im Schutze der Kiefern ist die Dichte VI; das Gras hat stellenweise breite Dünenschilder gebaut. Hie und da treten im Windschutz *Calamagrostis epigejos* und *Hieracium umbellatum* v. *dunense* auf. Auf der Windseite der Düne kommen zwei 1—2 m hohe kümmernde Sträucher von *Salix acutifolia* vor. In grossen Rasen tritt *Viola canina* 2 auf.

## B. Das Dünengebiet von Kellomäki. 1924, 1925.

Das Dünengebiet umfasst ein ca.  $\frac{1}{2}$  km langes Flugsandfeld, das landeinwärts in Gelände anderer Beschaffenheit übergeht. In seiner mittleren Partie erreicht das Feld eine Breite von 100 m, gegen die Flanken zu sinkt diese allmählich bis auf 20—30 m ab. Der zentrale Teil wird von ein bis zwei Meter tiefen Senken durchzogen, welche eingesandete Lagunen, d. h. die abgeschnürten Arme des Baches darstellen, der durch den E-Teil des Dünengebietes fliesst. — Die Beschreibung bezieht sich auf den Stand des Jahres 1924.

Die *Saline* hat eine Breite von 5—10 m. Der Sand ist feinkörnig und mit kleinen Mengen von Muschelschalen bestreut. Am Wassersaume treten Sandalgen auf.

Die *Suprasaline* steigt mit einer  $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$  m hohen steilen Böschung über die Saline. Auf dem Gürtel, der eine Breite von 10—30 m hat, kommen junge niedrige Dünen, die von *Elymus arenarius* VII gebaut sind, vor. Die Dünen stehen in 2—3 Reihen, die parallel zum Wassersaume angeordnet sind; gegen die Flanken zu lösen sich die Reihen unregelmässig auf. Die Dünen besitzen im allgemeinen Rückenform; einige Dünen, in denen *Festuca rubra*



*v. arenaria* 5—6 sekundär auftritt, haben durch das letzterwähnte Gras eine abgerundete Gestalt erhalten.

Das *Supralitoral* hat in den zentralen Teilen des Dünengebietes eine Breite von 50 m. Am Ufergürtel entlang verlaufen drei ausgeprägte Dünenreihen, die durch die obenerwähnten Depressionen voneinander getrennt sind. Die rückenförmigen Dünen, die eine beträchtliche Länge besitzen, sind von Erosionsmulden durchzogen. — Die Dünen der ersten Reihe sind 1—2 m hoch und 10 m breit; sie sind von *Elymus arenarius* VI—VII aufgebaut und durch *Festuca rubra v. arenaria*-Dünen, die zwischen den erstgenannten Dünen entstanden sind, teilweise zu einer langen Transversaldüne vereinigt. Diese besteht somit aus rückenförmigen Partien, von *Elymus arenarius* gebaut, die mit kuppelförmigen *Festuca*-Dünen wechseln. *Festuca*, Dichte 7, breitet sich in den *Elymus*-Abschnitten, deren Gras stark abgeweidet war, aus. — In der Leeböschung der Dünen tritt *Calamagrostis epigejos* 4—5 auf. — Die Dünen der zweiten Reihe sind von *Festuca rubra v. arenaria* 7—8 gebaut; sie sind ca. 2 m hoch und 8—10 m breit; die Basalteile der abgerundeten Dünen sind miteinander verschmolzen. Hie und da ist die erste Dünenreihe mit der zweiten durch niedrige *Festuca*- und *Elymus*-Dünen verbunden, von denen die letzterwähnten in den landeinwärts gelegenen Mündungen der durch die Dünen ziehenden Erosionsmulden auftreten. — Landeinwärts folgt eine 20—30 m breite Zone, in der die abgeschnürten eingesandeten Depressionen liegen, von unregelmässig angeordneten Dünen und ebenen Sandflecken umgeben. Die Dünen sind von *Festuca rubra v. arenaria* 7—8 gebaut. Zwischen den Dünen wächst *Carex arenaria* 7—8 in Beständen, die 30—40 cm hohe schildähnliche Dünen gebaut haben. Stellenweise war *Carex* in die *Festuca*-Dünen eingedrungen und hatte das Gras fast erstickt. Hie und da tritt *Elymus* auf. — Die dritte Dünenreihe wird von einigen  $\frac{1}{2}$  m hohen *Alnus glutinosa*-Dünen gebildet. Die Erlen waren 1—2 m hoch und besaßen eine strauchartige Form. Die Oberfläche der *Alnus*-Dünen war mit Sandkuchen, *Ceratodon purpureus* und *Polytrichum piliferum*, stellenweise auch mit *Rhacomitrium canescens*, bewachsen. Aus der Moosdecke erhoben sich kümmernde *Festuca rubra v. arenaria*-Exemplare.

Die Vegetation der eingesandeten Flussarme hatte folgende Zusammensetzung. Eine der Depressionen, die in 80 m Abstand vom Meere lag, hatte eine Länge von 13 m, eine Breite von 5 m und eine Tiefe von  $1\frac{1}{3}$  m; die Längsachse verlief ungef. parallel zu den Dünenreihen. Auf dem feuchten Boden wuchsen Sandalgen, *Bryum* sp., *Equisetum arvense* 6, *Agrostis stolonifera* 6, *A. stolonifera v. maritima* 1, *A. capillaris* 4, *Poa pratensis* I, 6, *Agropyron repens v. glaucum* 1, *Elymus* niedrig V, *Carex leporina* 4, *C. canescens* 4, *C. stellulata* 5, *C. Goodenowii* I, 6, *Iris pseudacorus* 1, *Rumex crispus* I, 5, *Polygonum dumetorum* Zwergform 1, *Ranunculus repens* 6, *Comarum palustre* 4,

*Potentilla anserina* 7, *Trifolium pratense* 1, *Cicuta virosa* niedrig, steril 5, *Naumburgia thyrsiflora* steril 6, *Scutellaria galericulata* 6 und *Galium palustre* 6. Die trockenen Böschungen, die steil gegen den Boden abfielen, waren mit *Equisetum arvense* 4, *Calamagrostis epigejos* 5, *Agropyron repens* v. *glaucum* 6, *Barbarea stricta* 5, *Ranunculus repens* 5, *Potentilla anserina* 5—6, *P. erecta* 6, *Trifolium repens* 6, *Vicia cracca* 6, *Viola canina* 5, *Scutellaria galericulata* 5 und *Taraxacum* sp. 5 bewachsen. — Eine zweite Depression derselben Art hatte eine Tiefe von 90 cm und wies folgende Vegetation auf. Der feuchte Boden war mit Sandalgen bedeckt und mit einer geschlossenen Decke von *Bryum* sp. überzogen, in der einige Keimlinge von *Pinus silvestris* und *Alnus glutinosa* sowie *Rumex acetosella* 1, *Stellaria media* 1 und *Scutellaria galericulata* 2 wuchsen. Diese Vegetation war mit *Carex arenaria* 8 überwachsen, die von dem tiefsten Teile der Senke ausgehend in dichten Reihen die Böschungen empor gewandert war und die Flugsandfläche erreicht hatte. Auf den Steilböschungen wurden auch *Calamagrostis epigejos* 7 und *Elymus arenarius* IV angetroffen.

Der durch das Flugsandfeld sich hinziehende 1—2 m breite Bach fließt vor seinem Eintritt in das Flugsandfeld durch Kulturf Flächen verschiedener Art. Das W-Ufer und die angrenzenden Teile des Feldes waren mit Sandalgen, *Equisetum arvense* 2 und *Poa annua* 1 bewachsen. Das E-Ufer war mit verschiedenen Pflanzen, die zu Gürteln angeordnet waren, bewachsen. 1. Die feuchte Zone, die 1—3 m breit war, wies Sandalgen, *Equisetum arvense* 5, *Agrostis stolonifera* v. *maritima* 6, *Rumex acetosella* 1, *Polygonum tomentosum* f. *incanum* 5, *P. hydropiper* 1, *P. Raji* 5 und *Potentilla anserina* 4 auf. — 2. Die zweite Zone war 20—25 m breit. Einige ihrer Pflanzen hatten Dünen gebaut, von denen die *Agrostis stolonifera* v. *maritima*-Dünen (Dichte des Grases 6) besonders auffielen. In den *Agrostis*-Dünen kamen auch *Calamagrostis epigejos* 5, *Agrop. repens* v. *glaucum* 1, *Rumex crispus* 1 und *Polyg. Raji* 6 vor. Zwischen den Dünen war der Sand feucht; hier erschienen Sandalgen, *Equisetum arvense* 1, *Anthoxanthum odoratum* 1—2, *Alopecurus geniculatus* 1, *Calamagrostis epigejos* 5, *Deschampsia caespitosa* 1, *Poa annua* 2—3, *Carex canescens* 1, *Polygonum Raji* 6, *Sagina procumbens* 5, *Spergularia rubra* 6, *Ranunculus sceleratus* Zwergform 1, *Berteroa incana* 1 und *Myosotis scorpioides* 1. — 3. Die dritte Zone hatte eine Breite von 2—3 m, die Oberfläche war trocken. Hier wuchsen *Carex stellulata* 1, *Urtica dioeca* 1, *Honckenya peploides* 5, *Radícula palustris* 4, *Cakile maritima* 1, *Sedum acre* 1, *Plantago major* 1, *Tussilago farfara* 1 und *Senecio viscosus* 5. Die Pflanzenzone ging landeinwärts in die mit *Festuca polesica* und *Elymus* bewachsene Partie des Flugsandfeldes über.

Von dem Sturm des Jahres 1924 wurden die Dünen des Flugsandfeldes kaum berührt. Dagegen hatte der obenerwähnte Bach, der bei meiner ersten Untersuchung den W-Teil des Feldes durchfloss, einen anderen Verlauf er-

halten, indem er jetzt wieder das ursprüngliche Bett, das durch die Vertiefungen bezeichnet wurde, aufsuchte. Die Mündung lag im Frühling 1925 ca. 400 m östlicher als früher.

### C. Das Dünengebiet von Ino.

Im Kirchspiel Uusikirkko (Nykyrka) breitet sich zwischen dem Fischerdorf Ino und der Mündung des Flusses Inonjoki ein Dünengebiet aus, das  $\frac{1}{2}$  km lang und 250 m breit ist. Es beginnt ca. 2 km nördl. der Landspitze Inonniemi und öffnet sich nach E zu. Das Flugsandgebiet umfasst ein Sandfeld, das zwei Lagunen einschliesst, und einige landeinwärts gelegene bewaldete Dünen. Die N-Partie des Flugsandgebietes hört beim Flussbett auf.

#### a. Das Flugsandfeld.

Die *S a l i n e* hat eine Breite von 7—12 m. Hier ist der Flugsand mit Moräne gemischt. Auf der Oberfläche liegen kleinere Mengen von Muschelschalen und Binsenstücke, die durch *Enteromorpha*-Fäden zusammengeflochten sind. Hie und da findet man Sandalgen, höhere Pflanzen kommen nicht vor.

Die *S u p r a s a l i n e* bildet den 2 m hohen Steilhang eines bis zu 40 m breiten Sandplateaus, das unmittelbar an der Meeresseite des Flugsandfeldes liegt; der Gürtel ist ohne Vegetation.

Die horizontale Oberfläche des Sandplateaus, die eine Höhe von 2 m erreicht, gehört zum *S u p r a l i t o r a l*. Das Plateau besteht aus Kies, kleinen Steinen und Dünensand; es ist mit niedrigem *Elymus arenarius* I bewachsen. An diese Ebene schliesst sich unmittelbar das Flugsandfeld mit seinen Lagunen an. Der nach dem Meere zu gelegene Teil des Feldes ist mit *Elymus arenarius* IV und *Festuca rubra* v. *arenaria* 3 bewachsen. Die Gräser hatten Dünen gebaut, die indessen im allgemeinen durch Beweidung zerstört waren. — Die W-Partie des Flugsandfeldes besteht aus kleinen Flächen teils zwischen den Lagunen, teils zwischen der am meisten landeinwärts gelegenen Lagune und der ersten Walddüne. Die Flugsandflächen haben einige kleine Dünenhügel, von *Festuca rubra* v. *arenaria*, *Calamagrostis epigejos* und *Thymus serpyllum* gebaut. — Vor dem Kiefernwald, der im W das Flugsandfeld begrenzt, stehen Gruppen von *Juniperus communis*, der Dünen verschiedener Höhe erzeugt hat. In der Nähe des Dorfes erscheinen Wacholderdünen von bis zu 1 m Höhe. Die Dünen stehen in unregelmässigen, viele hundert Meter langen Reihen; jede Düne scheint aus einem einzigen *Juniperus*-Individuum aufgebaut zu sein. Die Windböschung war steil erodiert und vegetationslos, der Kamm und die Leeböschung waren mit einer Matte von *Ceratodon purpureus* und *Poly-*

*trichum juniperinum* überzogen, aus der Halme von *Festuca rubra* v. *arenaria* hervorragten.

Die zwei Lagunen erstrecken sich in NE—SW-Richtung. Sie bilden die Reste eines früheren Flusslaufes. Die grössere ist auch im Sommer mit Wasser gefüllt, die zweite führt nur im Frühling und Herbst, im Sommer nur nach anhaltendem Regen Wasser. Die erstgenannte ist ca. 200 m lang, ihre Breite beträgt ca. 50 m; in der Mitte ist die Lagune am breitesten, nach den Enden zu wird sie immer schmaler. Im Wasser wachsen *Sparganium simplex* 5, *Potamogeton natans* 5, *Sagittaria sagittifolia* 6, *Glyceria fluitans* 5, *Scirpus uniglumis* 6, *Ranunculus flammula* 6, *Cardamine amara* 4, *Comarum palustre* 5, *Myriophyllum verticillatum* 1, *Hippuris vulgaris* 6, *Naumburgia thyrsiflora* 6, *Menyanthes trifoliata* 5. Auch kommen hier verschiedene Algen vor. — Auf den feuchten Ufern, mit Ausnahme des südlichen, wachsen Sandalgen, *Scirpus acicularis* 8, *Carex Goodenowii* VI, *Potentilla anserina* 7, *Festuca rubra* v. *arenaria* 1. Das S-Ufer war eingesandet und die ursprüngliche Vegetation durch *Festuca rubra* v. *arenaria* 3 und *Elymus arenarius* III verdrängt. — Die tiefste Partie der zweiten Lagune, die auch in der trockenen Jahreszeit feucht ist, weist eine lichte Decke von *Amblystegium* sp. 8 und *Ranunculus flammula* 7 auf, unter denen sich eine Schicht von Sandalgen findet. In der Decke wachsen *Equisetum arvense* 1, *Agrostis stolonifera* 1, *Glyceria fluitans* 4, *Scirpus uniglumis* 5—6, *Carex Goodenowii* VI, *Alisma plantago-aquatica* 5, *Cardamine amara* 1, *Comarum palustre* 1, *Hippuris vulgaris* I, 6, *Naumburgia thyrsiflora* 5, *Menyanthes trifoliata* 1. — Die feuchten Ufer sind mit *Agrostis stolonifera* 5, *Carex Goodenowii* VI, *Comarum palustre* 1 und *Potentilla anserina* 5—6 bewachsen. — Gewöhnlich gehen die Ufer direkt in das trockene Flugsandfeld über, stellenweise finden sich auf den Ufern einige Dezimeter hohe Sandbänke, die aus mit Flugsand und Schlick gemischtem grobem Sand aufgebaut sind. Auf den Bänken besteht die Vegetation aus *Scirpus uniglumis* 5, *Rumex crispus* 1, *Polygonum hydropiper* 5, *Sagina nodosa* 4, *S. procumbens* 5, *Herniaria glabra* 6, *Ranunculus flammula* 7, *Potentilla anserina* 5, *Sedum acre* 1, *Epilobium montanum* 1, *E. palustre* 5, *Veronica beccabunga* 2, *V. scutellata* 5, *Linaria vulgaris* 5, *Galium palustre* 2, *Senecio viscosus* 4, *Bidens tripartitus* 4, *Leontodon autumnalis* 2, *Taraxacum* sp. 1.

#### b. Die bewaldeten Dünen.

Die den Lagunen am nächsten liegenden  $\frac{1}{2}$ —1 m hohen isolierten Dünen sind von *Alnus glutinosa* und *Pinus silvestris* aufgebaut. Die Oberfläche der Dünen ist mit *Ceratodon purpureus*, *Polytrichum juniperinum* und *Festuca rubra* v. *arenaria* bewachsen. Landeinwärts treten die Dünen als lange und hohe Walddünen auf.



#### D. Das Dünengebiet von Muurila.

Dieses Dünengebiet liegt im Kirchspiel Kuolemajärvi auf der schmalen Landenge zwischen dem See Kipinolanjärvi und dem Meere, wo es sich an einer Meeresbucht entlang zieht. Die Bucht, die sich gegen SW öffnet, hat eine Ausdehnung von ca. 2 km. Das Dünengebiet liegt auf der Meeresseite einer ca. 20 m hohen alten Uferterrasse; die Höhe des Abhangs ist 22.5 m über dem Meeresspiegel (BERGHELL 1896, S. 50). Es besteht aus einem Flugsandfeld, das von einer Randdüne begrenzt ist. Im Zentrum der Bucht ist die Breite des Feldes ca. 300 m, gegen die Flanken zu wird es allmählich schmaler.

##### a. Das Flugsandfeld.

Das *Litoral* hat eine Breite von 20—25 m. Sein feiner mit Moräne gemischter Sand ist mit kleineren bis kopfgrossen Steinen übersät. Der Ufergürtel, der recht steil gegen das Supralitoral steigt, ist im obersten Teil mit *Festuca polesica* I und *Elymus arenarius* I bewachsen.

Das *Supralitoral*, dessen breiteste Partie ca. 275 m erreicht, war früher mindestens teilweise mit Kiefernwald bestanden. Infolge Abholzung ist der Flugsand in Bewegung geraten und landeinwärts getrieben, wodurch Moräne auf dem Supralitoral stellenweise entblösst wurde. In der Nähe der Randdüne liegt im Flugsandfeld eine Depression mit feuchtem Boden. Das Supralitoral ist in seinen an das Litoral grenzenden Teilen mit *Rhacomitrium canescens* und *Polytrichum piliferum*, die feste und harte Dielen von 10—20 m Länge und 8—10 m Breite bilden, bewachsen. Die Oberfläche dieser Dielen, in welchen *Rhacomitrium* dominiert, während *Polytrichum* nur eingesprengt auftritt, liegt einige Zentimeter höher als der umgebende Sand, aus dem sie inselartig hervortreten; sie sind schwach eingesandet. Hie und da wachsen in den Moosbeständen *Festuca polesica* und *Alectoria jubata* v. *chalybaeiformis*; selten findet sich hier *Polytrichum juniperinum*, das indessen im Supralitoral kleine fussbodenartige Bestände bildet. — Im Flugsande treten *Festuca polesica* III und *Elymus arenarius* II auf, welche kleine Dünen gebaut haben; auch einige alte Kiefern mit entblösstem Wurzelsystem sieht man stellenweise.

Der Moosgürtel hat im NW-Teil des Supralitorals eine Breite von 100—125 m und hört hier am Rande der obengenannten Depression, die eine alte eingesandete Lagune darstellt, auf; der Durchmesser derselben ist ca. 100 m. Die tieferen Partien, die im Frühling und Herbst Wasser führen, sind im Sommer feucht. Der Boden ist uneben, indem tiefere Teile mit weniger tiefen wechseln. Die Oberfläche der tiefsten Partien ist mit Sandalgen und *Bryum* sp. überzogen, weiter wächst hier *Juncus supinus* 6 und *J. bufonius* 7—8. Die Ränder sind mit *Catharinea undulata*, *C. tenella*, *Polytrichum juni-*

*perinum*, *Carex contigua* 5, *Juncus filiformis* 5 und *J. bufonius* 6 bewachsen. In den eingesandeten, minder tiefen Partien erscheinen *Polytrichum juniperinum*, das kleine Hügel von angetriebenem Sand gebaut hatte, *Agrostis capillaris* V in grossen Rasen, *Luzula multiflora* 1, Jungpflanzen von *Salix phylicifolia* 1 und *Betula verrucosa* 1, *Rumex acetosella* 5, *Polygonum heterophyllum* v. *litorale* 1, 6, *Sagina procumbens* 5, *Spergularia rubra* 6, *Veronica officinalis* 6, *V. scutellata* 1, *Campanula rotundifolia* 1 und *Tussilago farfara* 1. — Die Böschungen der Depression sind mit *Festuca polesica* und *Elymus arenarius*, die kleine Dünen gebaut haben, und einem 9 m hohen *Alnus glutinosa*-Exemplar bewachsen.

#### b. Die Randdüne.

Die Randdüne ist eine Wanderdüne. Während ihre Flanken mit Kiefernwald bewachsen sind, ist ihre zentrale Partie baumlos. Dieser zentrale Abschnitt, dessen Höhe 3—4 m und dessen Hauptrichtung W—E ist, ist mit *Elymus* V—VI (auch Keimlinge) und *Festuca polesica* V bewachsen. In der W-Partie des Dünenabschnittes, die gegen die Meereswinde durch einen *Betula verrucosa*-Hain geschützt wird, wachsen ausser den obengenannten Gräsern auch *Calamagrostis epigejos* 6, *C. neglecta* 6, *Chamaenerium angustifolium* 5 und *Galium verum* IV, 6.

Die Wanderdüne bewegt sich in einem Walde, der gegen N aus Birken und gegen E aus Fichten und Kiefern besteht; einige der eingesandeten Fichten waren abgestorben.

Unmittelbar E hiervon liegt eine 5 m hohe kurze Düne, die mit *Betula verrucosa* bewachsen ist; die Düne, deren Hauptrichtung SW—NE ist, hat früher wahrscheinlich mit der Wanderdüne in Verbindung gestanden. Die Birken der Düne sind auf der Düne selbst gewachsen. Ihr Wurzelsystem ist teilweise entblösst, ein Teil der Bäume war abgestorben. Hier kamen auch *Festuca polesica* IV—V und *Elymus arenarius* IV vor.

#### E. Das Dünengebiet von Kuolemajärvi.

Das Dünengebiet liegt im Kirchspiel Kuolemajärvi im N-Abschnitt der Landenge zwischen dem See Kipinolanjärvi und dem Meere. Es besteht aus einem Flugsandfeld, dessen zentrale und breiteste Partie 500 m umfasst, und einer bewaldeten Randdüne, deren Sand beweglich ist. Im mittleren Teil des Flugsandfeldes befindet sich ein hoher Dünenhügel, der dank einer *Pinus montana*- und *P. Banksiana*-Pflanzung auf demselben bewahrt worden ist. Wahrscheinlich ist der Hügel ein Rest der landeinwärts wandernden Randdüne. Durch ein Erosionstor zwischen dem Hügel und dem S-Abschnitt der

Randdüne erreichen die Winde die zentrale Partie der letzterwähnten, die einer starken Deflation unterworfen ist; unmittelbar hinter dem *Pinus*-Hügel findet sich eine flache und grosse Schale, die jetzt eine Fortsetzung des Flugsandfeldes bildet.

#### a. Das Flugsandfeld.

Das *Litoral* hat eine Breite von 10—15 m; seine Steigung landeinwärts ist recht gross. Der Sand ist fein, jedoch mit Moräne gemischt. Stellenweise treten am Wassersaum Sandalgen auf; höhere Pflanzen kommen nicht vor.

Das *Supralitoral* ist in seiner breitesten Partie ca. 350 m. Landeinwärts wird es von der stark erodierten Randdüne, deren Flanken ganz nahe am Meere beginnen, begrenzt; der zentrale Abschnitt der Düne liegt ca. 350 m vom Wasser. Der näher nach dem Meere zu gelegene Teil des Supralitorals weist eine Oberfläche auf, wo grober Sand und Steine verschiedener Grösse mit dünnen Flugsandschichten bedeckt sind; hie und da tritt das gröbere Material jedoch hervor. — An der Grenze zum *Litoral* hat *Festuca rubra* v. *arenaria* 6 niedrige Dünen, die in einer zum Wassersaum parallelen Reihe stehen, gebaut. 5—10 m landeinwärts breitet sich ein Moosgürtel aus, der bis zu 10 m grosse *Rhacomitrium canescens*-bzw. *Polytrichum piliferum*-Bestände umfasst. Über der Moosdecke, in der das ersterwähnte Moos dominiert, breitet sich stellenweise *Stereocaulon paschale* aus; einige *Festuca rubra* v. *arenaria*- und *F. polesica*-Exemplare wachsen in den Moosmatten. — Ca. 220 m vom Meere entfernt steht im Flugsandfeld der obenerwähnte *Pinus*-Hügel; zwischen diesem und dem obenerwähnten Moosgürtel ist die Sandoberfläche mit *Festuca rubra* v. *arenaria* 4, *Festuca polesica* IV und *Elymus arenarius* I bewachsen. Die Gräser haben hier kleine Dünen erzeugt. — Auf dem Hügel treten die gepflanzten *Pinus montana* und *P. Banksiana* in Gestalt von Sträuchern auf; sie sind üppig und fertil. Sie haben sekundär  $\frac{1}{2}$ —1 m hohe Dünen gebaut, deren Kämme sich auf der Leeseite der Sträucher befinden. — Zwischen dem Hügel und der Randdüne breitet sich die grosse Erosionsschale aus, die auch in die Windseite der Randdüne hineingreift. Die Schale ist mit *Festuca rubra* v. *arenaria*, *F. polesica* und *Elymus arenarius* bewachsen; während die beiden ersterwähnten Gräser niedrige Dünen erzeugt haben, hat *Elymus*, im Schutze des *Pinus*-Hügels, bis zu 2 m hohe Dünen gebaut.

#### b. Die Randdüne.

Unmittelbar an der Meeresseite der ca. 20 m hohen alten Uferterrasse, die hier wie bei Muurila auftritt, verläuft die Randdüne. Sie ist beinahe in ihrer ganzen Ausdehnung beweglich; in ihrem zentralen Abschnitt ist sie über den Steilabhang auf die Terrasse selbst gewandert. Die Windböschung der Düne

ist in der Regel stark erodiert, und ihre ursprüngliche Bodenvegetation ist verschwunden; der Flugsand hat sich über der früheren Vegetation des Kammes und der Leeböschung ausgebreitet und die Pflanzen ganz begraben. Bei der Wanderung der Düne landeinwärts ist das Wurzelsystem einiger Bäume blossgelegt worden, so dass sie wie auf Stelzen stehen; andere dagegen sind gestürzt. Während auf der Leeböschung der Düne eine sekundäre Vegetation fehlt, ist der Kamm und die Windböschung, aber nur der zentrale Abschnitt der letzterwähnten, mit *Festuca rubra* v. *arenaria* 7, *F. polesica* I und *Elymus arenarius* II bewachsen; im Schutze der Bäume treten hie und da kleine Matten von *Rhacomitrium canescens* auf. — Der Wald besteht aus *Pinus sylvestris* mit eingesprengter *Betula verrucosa*. Der zentrale Teil der Düne ist mit *Pinus montana* und *P. Banksiana* bepflanzt um die Landstrasse, die an der Landseite der Wanderdüne verläuft, vor Sandinvasion zu bewahren; doch ist Flugsand auf die Strasse und in den Waldboden hinter derselben getrieben; im Flugsande wächst *Festuca rubra* v. *arenaria* 4.

#### F. Kleinere Dünengebiete zwischen Kuokkala und Kuolemajärvi.

Unmittelbar westlich des Dünengebietes von Kellomäki (S. 19) liegt ein kleines Flugsandgebiet, das im Sommer 1924 folgende Verhältnisse aufwies:

Die 10 m breite *Saline* war, mit Ausnahme von Sandalgen, vegetationslos.

Mit einem  $\frac{1}{2}$  m hohen Steilabhang ging die Strandzone in die *Suprasaline* über, die 20—30 m breit und mit *Elymus arenarius* I, der niedrige Dünen gebaut hatte, bewachsen war.

Das 15—20 m breite *Supralitoral* erstreckte sich bis zu einer niedrigen Walddüne. Die Vegetation des Ufergürtels bestand aus *Calamagrostis epigejos*, *Festuca rubra* v. *arenaria* und *Elymus arenarius*. Die Gräser bildeten deutliche Zonen. *Elymus arenarius* VI—VII trat in unmittelbarer Nähe des Litorals auf und hatte 1— $1\frac{1}{2}$  m hohe und einige zehn Meter lange Dünen gebaut; die Längsachse verlief parallel zum Wassersaum. Zwischen den Dünen wuchs *Calamagrostis epigejos* 7—8, die Flugsand eingefangen und teilweise Dünen gebaut hatte, welche die Räume zwischen den *Elymus*-Dünen ausfüllten. Hie und da nahm auch *Festuca rubra* v. *arenaria* 5 hieran teil. Landeinwärts hatte *Festuca rubra* v. *arenaria* 7—8 Dünen gebaut, die zu einer Reihe angeordnet waren. Die Dünen, deren Durchmesser 6—8 m und deren Höhe 1 m war, standen gewöhnlich voneinander isoliert; in einigen Fällen erschien das Gras auch zwischen den Dünen. In der Leeböschung einiger *Festuca*-Dünen trat *Hieracium umbellatum* v. *dunense* 5—6 auf.

Die letzterwähnte Dünenreihe traf landeinwärts auf die mit alten Kiefern und Fichten bestandene niedrige *Walddüne*, die steil nach dem  $\frac{1}{2}$ —2 m



tiefer gelegenen Supralitoral abfiel (Abb. 3). Die Bodenvegetation war unter sekundär angewehtem Flugsand verborgen und durch *Calamagrostis epigejos* 6 und *Festuca rubra* v. *arenaria* 7—8 ersetzt; in der Nähe von Gebäuden trat im Flugsande eine lichte Vegetation von *Poa pratensis*, *P. compressa*, *Agropyron repens* v. *glaucum*, *Trifolium repens* und in der Windböschung der Walddüne, ausser *Festuca rubra* v. *arenaria*, auch einige *Convolvulus arvensis* auf.

Ca. 2 km E vom Badestrand von Terijoki liegt ein kleines Dünengebiet, das im Jahre 1924 und 1925 untersucht wurde. Die Verhältnisse waren 1924 folgende: Das 8—10 m breite Litoral war ganz am Wassersaum mit Sandalgen, in seinem landeinwärts gelegenen Teil mit *Elymus arenarius* IV bestanden.

Das Supralitoral, das  $1\frac{3}{4}$ —2 m höher als das Litoral war und eine Breite von 25—30 m besass, wies eine *Alnus glutinosa*-Düne und eine mit dieser vereinigte, mit Gras bewachsene Düne auf (LEMBERG 1933, S. 98), die landeinwärts an eine Anbaufläche grenzte. Die Hauptrichtung der 125 m langen Düne, von der mehr als die Hälfte von *Alnus glutinosa* beherrscht war, war der des Wassersaumes parallel. Im *Alnus*-Abschnitt der Düne wuchsen zwischen den strauchähnlichen Erlen *Calamagrostis epigejos* 7 (innerhalb der Sträucher war die Dichtigkeit 7—8), *Festuca rubra* v. *arenaria* 6, *Agropyron repens* v. *glaucum* 1, *Elymus* II und einige Exemplare von *Zerna inermis*. — Der Gras-Abschnitt der Düne war mit *Festuca rubra* v. *arenaria* 7, *Elymus* III und *Calamagrostis epigejos* 3 bewachsen.

Bei dem Septembersturm des Jahres 1924 wurde die Düne ganz weggespült, von der Vegetation hatten sich nur einige Erlen (LEMBERG 1933, Abb. 17) erhalten.

Die schmalen Flugsandufer auf der Küstenstrecke Terijoki—Vammelsuu zeigen ungef. dieselben Vegetationsverhältnisse wie die oben geschilderten: am Wassersaume tritt eine Sandalgenzone auf, landeinwärts folgt zunächst eine Reihe von langgestreckten *Elymus arenarius*-Dünen, dann ein Gürtel mit *Festuca rubra* v. *arenaria*-Dünen, in denen oft auch *Calamagrostis epigejos* vorkommt. Schliesslich folgt die mit Kiefern bewachsene Walddüne, deren Windböschung oft steil erodiert ist und deren Bodenvegetation eingesandet und durch die letzterwähnten Gräser ersetzt ist.

Stellenweise ist die Flugsandvegetation indessen reicher. Bei Tyrisevä, wo das Ufer ca. 50 m breit ist, kam *Carex arenaria* vor, die im *Festuca*-Gürtel wie auch weiter landeinwärts weite Dünenschilder aufgebaut hatte. Hier trat auch *Honckenya peploides* auf, die eine schmale Zone am Fusse der niedrigen Walddüne bildete; von hier aus hatte sich das Kraut im offenen Sande zwischen den Kiefern ausgebreitet.

An der Mündung des Flusses Vammeljoki wuchsen im Dünensande der Saline Sandalgen, in der Suprasaline und im Supralitoral einige

kleine *Elymus*-Bestände. In der steil erodierten supralitoralen 1 m hohen Böschung der Kieferndüne kamen *Calamagrostis epigejos*, *Festuca rubra* v. *arenaria*, *F. ovina*, einige *Sedum acre*-Exemplare, *Thymus serpyllum*, *Linaria vulgaris* und *Senecio viscosus* vor, die auch im eingesandeten Boden der Walddüne auftraten.

Ganz in der Nähe des Leuchtturms bei Seivästö und NW hiervon befindet sich ein Dünengebiet von 20—50 m Breite und 200 m Länge. Vor diesem Gebiete liegen im Wasser und teilweise auf der Saline grosse Mengen von Rollsteinen (Abb. 2). Die Saline führt Sandalgen.

Auf der Suprasaline, in einem Abstand von 25 m vom Wassersaum, findet sich eine Pflanzenzone, die teilweise über *Fucus* verläuft. Hier wächst *Festuca rubra* v. *arenaria* 7, die eine  $\frac{1}{2}$  m hohe lange Düne erzeugt hat, *Elymus* III, *Rumex acetosella* 4, *Polygonum Raji* 1, *Lathyrus maritimus* 1, *Linaria vulgaris* 7 auf einer 20 m langen Strecke, und *Campanula rotundifolia* 1. In dieser Zone wurde auch *Polytrichum juniperinum* angetroffen, das in der *Festuca*-Düne Bestände von einigen Quadratmetern bildete, aus denen Sprosse des Grases hervorschiessen, während die Rhizome resp. Wurzeln im Sande unter dem Mooslager wuchsen; die Moosmatten waren 12—13 cm dick. — Landeinwärts von dieser Zone erscheint eine lichte Vegetation von *Festuca rubra* v. *arenaria* 6, *Elymus* I und *Rumex acetosella* 1. An der Grenze zur Walddüne kommen einige *Empetrum nigrum*-Dünen vor; dieser Zwergstrauch war tief eingesandet. Hier hatte auch eine *Alnus glutinosa*-Gruppe eine Düne erzeugt.

Die äussersten Kiefern und Wacholder des landeinwärts gelegenen Waldes hatten Dünen gebaut, indem die niedrigsten Astetagen Flugsand gebunden hatten; in vielen Fällen waren die Dünen sekundär mit einem dichten *Empetrum*-Zweigwerk überzogen. — In den eingesandeten Partien des Waldbodens wuchsen *Calamagrostis epigejos* und *Festuca rubra* v. *arenaria*.

*Juniperus communis*-Dünen treten zahlreich auf der Küstenstrecke Seivästö—Tammikko auf, wo sie auf der Meeresseite des dort wachsenden Waldes vorkommen. In der Nähe von Tammikko haben sich Wacholderdünen zu einer ca.  $\frac{1}{2}$  km langen Reihe angeordnet.

Eine Partie der Küstenstrecke Tammikko—Lautaranta zeigte folgende Verhältnisse. Die Saline war mit Sandalgen bewachsen. Auf der Suprasaline hatte *Elymus* eine Anzahl Dünen aufgebaut, die parallel zum Wassersaum Reihen bildeten. Landeinwärts trat *Festuca rubra* v. *arenaria* in kleinen Dünen auf. Zwischen diesen wuchs *Carex Goodenowii*, an der Grenze zum Supralitoral bildete die Segge eine 25—35 m breite Zone; sie hatte bis zu 50 cm hohe Dünen gebaut. Im Supralitoral traten *Festuca rubra* v. *arenaria* 1 und *Elymus arenarius* I auf. Auf dieser Zone folgte landeinwärts ein Mischwald, dessen äusserste Teile eingesandet waren; im Sande wuchsen die beiden letztgenannten Gräser.

Durch das ca. 200 m lange Gebiet zogen einige 1—1 ½ m breite Bachfurchen, die im Frühling und Herbst Wasser führen, im Sommer trocken sind. Eine dieser Furchen, die ½ m tief war, war mit *Equisetum arvense* 7, *Agrostis stolonifera* v. *maritima* 7, *Poa annua* 5, *Elymus* IV—V, *Juncus bufonius* 5—6, *Urtica dioeca* 1, *Stellaria media* 1, *Spergularia rubra* 5, *Potentilla anserina* 5—6, *P. erecta* 1, *Viola canina* 1 und *Gnaphalium uliginosum* 6 bewachsen. — In einer zweiten Furche von 2 m Breite kam ausschliesslich *Agropyron repens* v. *glaucum* 7 vor, das eine viele Meter lange Düne in der Furche gebaut hatte. — In einer dritten, die schon lange trocken war, wuchsen *Calamagrostis epigejos* 5, *Elymus* 4 und in der nach dem Walde zu gelegenen Partie *Eupteris aquilina* 6.

Auf der N-Seite der Bucht Karjalaislahti dehnt sich ein ganz ebenes, bis zu 80 m breites und 150 m langes Flugsandfeld aus. Die Saline weist Sandalgen auf. Die Suprasaline ist in ihrem nach dem Meere zu gelegenen Teil mit *Agrostis stolonifera* v. *maritima* 6, die eine Zone von 30 m Breite bildet, bewachsen. Das Gras hat 10 cm hohe Dünen erzeugt. Zwischen diesen und in einigen derselben kommen *Sagina nodosa* und *Equisetum arvense* in einigen Exemplaren vor. Die landeinwärts gelegenen Teile der Suprasaline sind mit *Festuca rubra* v. *arenaria* 6 bewachsen. Das Supralitoral besteht aus einer Walddünenböschung, die scharf erodiert ist, so dass einige Bäume, *Betula verrucosa*, gestürzt waren; in der Böschung wachsen *Calamagrostis epigejos* und *Festuca rubra* v. *arenaria*.

### Kap. III. Die Dünengebiete auf Seiskari. 1926.

Die Insel Seiskari liegt 60° 2' n. Br., 28° 28' E. Gr., in 40 km Abstand vom finnischen, 22 km vom russischen Festland. Die 4 qkm grosse Insel erhebt sich auf einem seichten Unterseesockel; das W-Ufer wird von einer Anzahl kleiner Inseln flankiert. — Die losen Ablagerungen dominieren; die W-Küste sowie ein Teil der S- und N-Küste ist mit grossen Steinen bedeckt; bis zu Hunderten von Metern lange, aus Steinen bestehende von Rollsteinen umgebene schmale Landspitzen (Karit) ragen ins Wasser hinaus. — Auf der W-Küste liegen die drei Dörfer der Insel, von unbedeutenden Anbauflächen umgeben. Die zentralen Teile der Insel sind mit niedrigen bewaldeten Dünen bedeckt, die im E auf einen hohen und breiten Dünenbogen stossen, welcher der E-Küste folgt. Ausserhalb des Dünenbogens breitet sich ein Flugsandfeld bis zum Wassersaume aus. (Karte bei KROGERUS 1932, S. 58, 59.)

## A. Das Dünengebiet der Südküste.

Dieses Dünengebiet liegt zwischen den Landspitzen Lounatrivi im SW und Pienihiekkaniemi im NE; seine Länge ist ca. 1 km. Es besteht aus zwei in SSW—NNE-Richtung verlaufenden, bewaldeten Dünen und einem meerseits hiervon gelegenen Flugsandfeld. Landeinwärts hört das Dünengebiet in einem schmalen und seichten Tal, das unmittelbar vor der Litorinagrenze gelegen ist und von welcher bewaldeter Boden sich gegen die Insel hin erstreckt, auf.

## a. Das Flugsandfeld.

Die 20 m breite S a l i n e grenzt mit einem Steilhang von 1 m Höhe an die Suprasaline. Am Wasser ist eine Strecke von ca. 200 m Länge mit grossen Stücken von Algentorf bedeckt. Auf diesen, sowie im groben Sand zwischen ihnen, wachsen einige *Elymus arenarius*-, *Polygonum tomentosum*- und v. *incanum*-, *Atriplex prostratum*- und *Salsola kali*-Exemplare. — Der Torf, der 2—3 cm dick und in trockenem Zustand zäh und fest ist, besteht aus verfaultem *Fucus*, der durch Grünalgenfäden zusammengehalten wird, und bildet landeinwärts ein zusammenhängendes Polster von 200 m Länge. Die Torfschicht war leicht eingesandet und mit lichten *Agrostis stolonifera*, *Agropyron repens* und v. *glaucum*, *Polygonum heterophyllum* v. *litorale*, *P. tomentosum* und v. *incanum*, *Atriplex prostratum*, *Salsola kali* (dominierend) und *Honckenya peploides* bewachsen. Auf dem übrigen Teil der Saline, deren Sand mit *Fucus*- und Torffragmenten vermengt ist, treten einige *Agropyron repens* v. *glaucum*- und *Salsola kali*-Exemplare auf.

Die S u p r a s a l i n e ist 15—20 m breit. — 1. Der feine Sand ist an der Grenze zur Saline mit Torf- und *Fucus*-Stücken vermischt und weist *Agrostis stolonifera* 4, *Agropyron repens* und v. *glaucum* 5, *Salsola kali* I, 6, *Honckenya peploides* I, 7, *Lathyrus maritimus* 1 und *Leontodon autumnalis* 1 auf. — 2. Eine 10 m breite Zone, von welcher der Flugsand zum grössten Teil weggeblasen ist und wo die Moräne hervortritt, in der beweideter *Elymus arenarius* II vorkommt.

Das S u p r a l i t o r a l, dessen grösste Breite 130 m beträgt, ist mit *Festuca polesica* VII bewachsen; das Gras hat meerwärts isolierte Dünen gebaut, die landeinwärts zu langgestreckten, dem Wassersaum parallelen Dünen verwachsen sind. Im E-Teil hat *Festuca polesica* VII eine mit der Walddüne terrassenförmig verbundene ca. 1 m hohe Düne erzeugt. Auf Deflationsflächen treten *Elymus arenarius* I und *Hypnum cupressiforme* I auf. — In der Nähe von Lounatrivi stehen einige alte Kiefern, deren niedrigste Astetagen Sand zu Dünen eingefangen haben.



## b. Die bewaldeten Dünen.

Die innere der beiden parallelen Dünen behält ihre SSW—NNE-Richtung in ihrer ganzen Länge bei; in stumpfem Winkel stösst sie auf die grosse Düne der E-Küste. Die äussere Düne ist höher als die innere und ihr E-Abschnitt ist landeinwärts versetzt. Sie vereinigt sich mit der Düne der E-Küste zu einer Ecke, deren Höhe über der Umgebung 6.5 m, über dem Meere 12.5 m beträgt (ILVESSALO 1927, S. 9); ihr Abstand von der Landspitze Pienihiekkaniemi ist ca. 150 m. — 1. Die äussere Düne ist teilweise zerfallen, indem die Windseite und der Kamm Windmulden aufweisen; der freigewordene Sand ist teils auf der Leeböschung, teils im Tale zwischen den beiden Dünen, auf der Windböschung und dem Kamme der inneren Düne ausgebreitet. Der Kiefernwald der äusseren Düne ist licht gehauen, die ursprüngliche Bodenvegetation ist verschwunden und der Sand ist mit *Festuca polesica* VI—VII bewachsen, die Windmulden sind vegetationslos; auf der Leeböschung kommt noch *Hieracium umbellatum* v. *duense* hinzu. — 2. Das mit Kiefern bewachsene Tal ist mit sekundär angetriebenem Flugsand gefüllt, der die ursprüngliche Bodenvegetation beinahe ganz verschüttet hat; hie und da stehen im SW-Abschnitt noch *Dicranum undulatum* und *D. scoparium*. Der Sand des Tales, der mit Streu von den Bäumen gemischt ist, ist mit *Festuca polesica* V und *Deschampsia flexuosa* VI bewachsen. — 3. Der Kiefernwald der inneren Düne ist stehen geblieben, die ursprüngliche Bodenvegetation ist in der Regel erhalten, stellenweise ist sie mit angetriebenem Sand bedeckt, der mit *Festuca polesica* und *Hieracium umbellatum* v. *duense* bewachsen ist.

## B. Das Dünengebiet der Ostküste.

Das Dünengebiet, das eine Länge von 3 km hat, erstreckt sich zwischen den Landspitzen Pienihiekkaniemi im S und Karparivi im N. Es besteht aus einer grossen Wanderdüne und einem meerseits von dieser gelegenen Flugsandfeld.

## a. Das Flugsandfeld.

Die *S a l i n e* ist 10—15 m breit. Der grobe Sand ist mit kleinen Steinen und Flugsand gemischt, hie und da kommen Fragmente von *Fucus* und Algentorf vor. Stellenweise treten Sandalgen, von höheren Pflanzen *Agropyron repens* und v. *glaucum*, *Salsola kali* und *Cakile maritima*, die in eingesandetem Tang wachsen, auf.

In der 30—50 m breiten *S u p r a s a l i n e* liegt eine zum Wassersaum parallele 5—10 m breite *Fucus*-Bank, die beinahe der ganzen Uferzone folgt; die Bank ist eingesandet. Sie ist mit *Agropyron repens* und v. *glaucum* 7,

*Salsola kali* 1, *Honckenya peploides* 1 und *Potentilla anserina* 1 bewachsen. *Agropyron* hat kleine Dünen gebaut, in die *Festuca polesica* eingedrungen ist. — Landeinwärts schliesst sich diese Zone, in der Regel unmittelbar, in einigen Fällen von derselben durch kleinere Deflationsflächen getrennt, an einen schmalen *Festuca polesica*-Gürtel an, in welchem das Gras (Dichtigkeit V)  $\frac{1}{2}$ —1 m hohe Dünen gebaut hat, die in der Nähe von Pienihiekkaniemi isoliert, nach Tokorivi hin zu langen Rücken zusammengewachsen sind. In den Dünen kommen auch *Elymus arenarius* I und *Hieracium umbellatum* v. *dunense* 1 vor. In den Deflationsflächen, deren grober Sand und kleine Steine mit Flugsand vermennt sind, kommen *Festuca polesica* I und *Polytrichum piliferum* vor; das Moos bildet feste, ebene, eingesandete Matten, von denen einige mit *Stereocaulon paschale*, *Festuca polesica* und *Hieracium umbellatum* v. *dunense* bewachsen sind.

Das Supralitoral nimmt den übrigen und grössten Teil des Flugsandfeldes ein. Die Breite ist bei Pienihiekkaniemi ca. 100 m, nimmt gegen NW zu, erreicht in der zentralen Partie 550 m, um gegen Tokorivi wieder zu sinken. — Der Suprasaline am nächsten befindet sich eine 20—30 m breite Deflationszone, wo der Sand grob und stellenweise mit Flugsand gemischt ist. Hier wachsen *Festuca polesica* I und *Rumex acetosella* 1. Parallel hierzu verläuft auf der Landseite eine ca. 1 m hohe, von Moränenflächen hie und da unterbrochene Transversaldüne, von *Festuca polesica* VI—VII gebaut; hier kommen auch *Elymus arenarius* I und *Polytrichum piliferum* I, 4 vor. Die Moränenflächen sind mit einigen *Festuca polesica*-Individuen bewachsen. — Im N-Abschnitt des Flugsandfeldes, wo die Fundamente einer ehemaligen Quarantänestation liegen, tritt *Honckenya peploides* 7 in Beständen auf, die mit *Festuca polesica* I gemischt sind. — Die letzte Partie des Supralitorals ist mit Ausnahme kleiner Flächen, die mit *Festuca polesica*, *Rumex acetosella* und *Polytrichum piliferum* bewachsen sind, pflanzenlos.

#### b. Die Wanderdüne.

Die Wanderdüne erstreckt sich von der obenerwähnten »Ecke« in SSE—NNW-Richtung bis zur Landspitze Tokorivi, von wo aus ihre Richtung WNW wird. Bei dem südlichsten der drei Dörfer von Seiskari bildet die Düne einen grossen Bogen, über den ein Weg führt. Auf der Landseite der Wanderdüne finden sich 12 niedrige bewaldete Dünen, von denen die südlichen Abschnitte unter der erstgenannten Düne begraben sind; hier ist die Litorinagrenze überschritten. Die Breite der Wanderdüne ist 75—100 m; am breitesten ist sie in der zentralen Partie, wo der Sand durch Abholzung frei geworden ist. Die Höhe, die in der Ecke 6.5 m ü. d. Umgebung ist, fällt aber stetig nach N zu. — Der Wald auf der Windböschung und dem mit Windmulden und sekundär

entstandenen Flugsandhügeln versehenen Kamme ist licht gehauen; nur im N-Abschnitt ist er dicht. Er besteht aus alten Kiefern, die sekundär auf der Düne gewachsen sind. — Im zentralen Abschnitt der Düne sind die Bäume tief eingesandet und einige schon abgestorben. Die ursprüngliche Bodenvegetation ist hier verschwunden und durch *Festuca polesica* V ersetzt. Während die Windmulden fast keine Vegetation aufweisen, ist der Sand unter den Bäumen mit kleinen *Festuca*-Beständen bedeckt; ausserhalb des Baumschutzes finden sich einzelne *Festuca*-Rasen. In einem Grasbestand wächst eine kleine Gruppe von *Carex Goodenowii*. Stellenweise kommt in der Windböschung *Rumex acetosella* vor, die auf übersandeten, vermoderten Kiefernstümpfen wächst. Auf gleicher Unterlage erscheint auch *Polytrichum juniperinum*, in anderen Fällen wächst das Moos direkt im Sande und tritt hier in recht grossen Beständen auf, in denen hie und da *Festuca polesica* angetroffen wird. — Auf dem Kamm tritt ausser *Festuca polesica* VII, welche recht grosse Bestände bildet und schildähnliche Dünen erzeugt hat, auch *Elymus arenarius* I auf; hier hat das Gras zwei kleine Dünen gebaut. — An der Meeresseite des N-Abschnittes der Wanderdüne findet sich eine Anzahl Dünenruinen, die 2 m hoch und mit *Festuca polesica* VI und *Hieracium umbellatum* v. *dunense* 2 bewachsen sind. Im N-Abschnitt der Wanderdüne, wo der Kiefernwald beinahe unberührt ist, ist der Sand mit *Festuca polesica* VI, die stellenweise bis zu 1 m hohe Dünen gebaut hat, und *Hieracium umbellatum* v. *dunense* 6 bewachsen; diese Pflanzen kommen auch in den Windmulden vor. — Die Leeböschung des zentralen Abschnittes der Wanderdüne ist teils vegetationslos, da die Neigung gross ist, teils ist sie mit *Festuca polesica* V und *Elymus arenarius* I bewachsen. Auf einer  $\frac{1}{2}$  ha grossen Fläche erscheint *Ammophila arenaria* in ca. 20 kleinen beweideten Exemplaren. In der Nähe der Dünenecke tritt *Festuca rubra* v. *arenaria* 7—8 in einem einzigen Bestand auf, wo das Gras eine Düne von 50 cm Höhe und 10 m Durchmesser gebaut hat. Nur in den Rändern erscheint *Festuca polesica*.

Ein Abschnitt der zentralen Partie der Düne ist bei der Wanderung in ein umzäuntes Bruchmoor eingedrungen, dessen *Salix cinerea*-, *S. caprea*-, *S. phylicifolia*-, *Betula verrucosa*- und *Abies excelsa*-Individuen eingesandet sind. Auf der Dünenböschung kommt *Ammophila arenaria* vor, die einen üppigen blühenden Bestand von 2 m Durchmesser bildet; auch auf der Leeseite des Bestandes treten *Ammophila* in 10—20 kleinen Horsten und einige *Elymus arenarius*-Exx. auf.

Der Dünenhügel. In der Nähe der Landspitze Karpparivi erhebt sich ein 6 m hoher Dünenhügel, der einen Überrest der Ecke darstellt, in der die Wanderdüne der E-Küste und die Randdüne der N-Küste früher zusammentrafen. Der Hügel steht jetzt isoliert da. Sein Durchmesser ist ca. 50 m. Bis zum Jahr 1858 wurde er als Seezeichen benutzt. Auf dem Kamme befindet

sich eine Gruppe von 3 alten niedrigen Kiefern, die sekundär auf dem Hügel gewachsen sind. Die untersten Astetagen haben Sand eingefangen und eine Düne gebaut, in der ein *Juniperus communis*-Exemplar, *Stellaria longifolia* V, 6, *Viola riviniana* 2 und *V. tricolor* 1 wachsen. Die steilen Abhänge des Hügels sind vegetationslos, nur die SE-Böschung, die weniger steil ist, ist mit *Festuca polesica* VII, *Hieracium umbellatum* v. *dunense* 5—6 und *Cetraria aculeata* 6 bewachsen.

### C. Das Dünengebiet der Nordküste.

Das Dünengebiet erstreckt sich von Karpparivi im E bis in die Nähe der Landspitze Pohjoisrivi, wo der Leuchtturm steht. Ins Wasser hinein ragen kurze steinige Landspitzen, zwischen denen einzelne Steine liegen. Nach W zu ist der Sand mit Schlick gemischt — dieser Teil des Ufers stellt somit eine Wiese dar, die eine dichte Vegetation von Gräsern, Seggen, Riedgräsern usw. trägt. Das Dünengebiet besteht aus einer bewaldeten Düne und einem meer-seits von dieser gelegenen Flugsandfeld, dessen grösste Breite 75 m ist.

#### a. Das Flugsandfeld.

Die Saline ist 10—12 m breit, ihr W-Teil geht in die obenerwähnte Wiese über. Der grobe Sand ist mit Flugsand gemischt. Übersandeter und vermoderter *Fucus* tritt in schmalen Bänken oder regellos zerstreut auf; die *Fucus*-Zone ist mit *Agropyron repens* und v. *glaucum* 7, *Elymus arenarius* I, *Salsola kali* 3 und *Honckenya peploides* I bewachsen.

Die Suprasaline erhebt sich in einem Steilhang über die Saline; die Breite des E-Teils ist 20 m, wird aber gegen W kleiner. Der Sand ist, einige Moränenflächen ausgenommen, fein. Der Saline am nächsten findet sich eine *Fucus*-Bank, die mit *Agropyron repens* und v. *glaucum* 7, *Elymus* I—III, *Salsola kali* 5—6 und *Honckenya peploides* I bewachsen ist.

Die *Fucus*-Bank grenzt landeinwärts an das Supralitoral, das sich bis zur Randdüne erstreckt. An der Grenze zum Litoral breitet sich eine Zone aus, deren Sand grob und mit wenig Flugsand gemischt ist. Hier wachsen *Festuca polesica* I—II, *Elymus arenarius* I, *Honckenya peploides* I und, auf übersandetem *Fucus*, *Agropyron repens* und v. *glaucum* 1. — Der übrige Teil des Supralitorals ist mit  $\frac{1}{2}$ —1 m hohen *Festuca polesica*-Dünen bedeckt, die Dichtigkeit des Grases ist VII. In manchen Dünen kommt auch *Hieracium umbellatum* v. *dunense* 4 vor. Die *Festuca*-Dünen sind in den am meisten landeinwärts gelegenen Partien in graue Dünen übergegangen. Die Kämme, auf denen das Gras licht steht, sind mit *Cladonia sylvatica*, *C. rangiferina* und *Stereocaulon paschale* bewachsen; Sandkuchen, auf denen sich *Ceratodon pur-*



*pureus* und Flechtenthalli finden, kommen auch vor. Die Böschungen, auf denen das Gras dichter ist, sind stellenweise mit *Cladonia sylvatica* bewachsen. In einigen Dünen kommen auch *Deschampsia flexuosa*, *Hypnum*- und *Dicranum*-Arten vor. Zwischen den Dünen tritt hie und da der Moränenboden hervor, der stellenweise mit *Polytrichum piliferum* bewachsen ist. In der Nähe der Randdüne treten junge strauchartige Kiefern, die Dünen gebaut haben, auf; in diesen kommt auch *Festuca polesica* vor. Die unmittelbar an der Grenze der Randdüne befindlichen, bis zu 1 ½ m hohen *Juniperus*-Dünen sind mit Matten von *Ceratodon purpureus* und *Polytrichum piliferum*, aus denen *Festuca polesica* hervorschießt, überzogen. Das Mooslager ist in vielen Fällen über-sandet und der Sand mit *Cladonia rangiferina*, *C. sylvatica*, *C. squamosa*, *C. degenerans* und *C. fimbriata* bewachsen.

#### b. Die Randdüne.

Die Randdüne erstreckt sich in E—W-Richtung; ihre Maximalhöhe ist 4 m. Gegen W wird die Düne niedriger und geht schliesslich in die obenerwähnte Uferwiese über. — Der E-Abschnitt bewegt sich langsam landeinwärts. Vielleicht ist die ganze Düne früher in Bewegung gewesen: der zentrale Teil derselben hat die nördlichen Endabschnitte der früher erwähnten 12 bewaldeten Dünen unter sich begraben. Die schwach geneigte Windböschung wurde früher als Begräbnisstätte benutzt, die jedoch durch Sandflug verwüstet worden ist. — Der westliche und der zentrale Abschnitt der Düne ist mit dichtem Kiefernwald bestanden, die Bodenvegetation ist geschlossen; der Wald des E-Abschnittes ist licht gehauen, die ursprüngliche Bodenvegetation ist zum grössten Teil zerstört und diese Partie der Düne ist erodiert worden. Die Vegetation besteht aus *Festuca polesica* VI—VII, die niedrige Dünen-schilder erzeugt hat, *F. rubra* v. *arenaria* 5, sterile *Calamagrostis epigejos* I, 5, *Hieracium umbellatum* v. *dunense* 3, neben einem Wege *Poa compressa* I, 6 und unter dichter stehenden Kiefern, wo der Sand mit grossen Mengen Streu vermischt ist, *Deschampsia flexuosa* VI. Zwischen diesen Pflanzen finden sich in windgeschützter Lage Sandkuchen, die mit Flechtenthalli und *Ceratodon purpureus* bekleidet sind; stellenweise erscheint das letzterwähnte Moos im Sande in Gestalt kleiner Matten, aus denen Spitzen von *Polytrichum piliferum*, das übrigens hie und da kleinere Flächen bedeckt, emporragen. In den Moospolstern tritt bisweilen *Stereocaulon paschale* auf; stellenweise kommt *Cladonia sylvatica* im Sande vor.

## Kap. IV. Die Dünengebiete auf Lavansaari. 1926.

Die niedrige Insel Lavansaari liegt 60° 0' n. Br. 27° 55' E. Gr., 26 km W von Seiskari, 70 km vom finnischen, 30 km vom russischen Festland entfernt; sie bildet ein eigenes Kirchspiel. Ihr Areal beträgt 13.4 qkm, die grösste Länge in E—W-Richtung ist 6 km, die grösste Breite in N—S-Richtung 5 km. Die heutige Insel besteht aus zwei früher selbständigen Inseln, dem grösseren Lavansaari und dem kleineren Suisaari, die jetzt durch die niedrige, 200—400 m breite Landenge Hiekkataipale miteinander verbunden sind. Der N- und S-Küste sind kleinere Inseln vorgelagert, von denen einige durch langgestreckte steinige Landspitzen (Karit) mit der Hauptinsel verbunden sind. Auf dem nördlichsten Teil der Insel liegen drei Dörfer, von Äckern und Wiesen umgeben.

Der Felsgrund ist überall mit Moräne und Flugsand bedeckt. Grosse Teile der Insel, darunter die meisten alten Dünen, sind mit Kiefernwald, seltener mit Fichtenwald bewachsen.

### A. Das Dünengebiet von Hiekkataipale.

Zwischen den Buchten Pohjoiskappalahti im N und Lounatkappalahti im S erstreckt sich die Landenge Hiekkataipale in E—W-Richtung; die zentralen Teile erheben sich 4—5 m über dem Meer, die Länge ist ca. 1 km, die grösste Breite 400 m. Im E wird die Landenge von den alten bewaldeten Suisaari-Dünen, im W von den Lavansaari-Dünen begrenzt. Die Oberfläche der aus Moräne bestehenden Landenge ist grösstenteils mit Flugsand bedeckt. Augenscheinlich haben sich die beiden Dünensysteme früher auf die jetzige Landenge ausgedehnt. In der W-Partie der Landenge liegt eine durch Deflation zerstörte Begräbnisstätte, auf der noch ein steinernes Denkzeichen steht. Auch einige alte Kiefern und Baumstümpfe, deren Wurzelwerk durch Sandflug fast ganz entblösst ist, so dass die Bäume wie auf Stelzen zu stehen scheinen, kommen hier vor; wahrscheinlich bildete der Flugsand hier früher Schichten von 1—2 m Dicke.

Die Bucht Lounatkappalahti öffnet sich gegen S; sie wird im E von der langen Landspitze Rivinniemi, im W von einer kurzen Landspitze begrenzt; die bewaldeten Landspitzen bestehen aus Steinen. Die Saline ist einige Meter breit. Der grobe, mit kleinen Steinen vermischte Sand führt kleinere Mengen Flugsand. Der W-Abschnitt ist mit Feldsteinen bedeckt; auch im Wasser liegen solche. Auf der Saline zwischen den Steinen, wo der Boden mit Schlick und *Fucus* gemischt ist, wachsen einige *Agropyron repens*-, *Salsola kali*-, zwergartige *Solanum nigrum*- (LEMBERG 1934 a, S. 18—19), *Senecio vulgaris*-

und *Leontodon autumnalis*-Exemplare. Auf der ganzen Saline bis nach Rivinniemi kommt *Fucus* vor; mit Ausnahme von Sandalgen ist der zentrale und der östliche Abschnitt vegetationslos.

Die Bucht Pohjoiskappalahti, die durch die bewaldeten, aus Steinen und Sand bestehenden Landspitzen, im W Mustaniemi, im E Keihänsiemi, begrenzt wird, öffnet sich gegen N. Die Saline ist 20—25 m breit. Der Sand ist grob und mit kleinen Steinen und Flugsand vermischt. Parallel zum Wassersaume erstrecken sich Tangbänke, die mit *Agropyron repens* und v. *glaucum* 1, *Senecio viscosus* 1 und *Rumex acetosella* 1 bewachsen sind.

Auf der Suprasaline der beiden Buchten ist der Flugsand an der Grenzpartie gegen die Saline mit langen *Fucus*-Bänken bedeckt, die mit *Agropyron repens* und v. *glaucum*, das kleine Dünen gebaut hat, bewachsen sind. Bei Lounatkappalahti wächst im Tang ausserdem noch *Festuca polesica* I, *F. rubra* v. *arenaria* 6, im E-Abschnitt auch *Salsola kali*. Die *Festuca*-Arten haben Dünen gebaut, in denen *Agropyron* begraben zu werden im Begriffe ist. Im Zentrum der Bucht kommt *Salsola kali* in isolierten Beständen, die Dünen erzeugt haben, vor; nach Rivinniemi zu ist eine *Salsola*-Zone ausgebildet, wo die Pflanze zahlreiche langgestreckte Dünen dicht nebeneinander gebaut hat. In diesen wächst *Salsola kali* 6—8; auf den Kämmen, wo die Hauptpflanze lichter steht, kommen auch *Agropyron repens* 1, *Honckenya peploides* 1, *Lathyrus maritimus* 1 und *Festuca polesica* II vor. Im übersandeten Tang zwischen den Dünen treten *Agropyron repens* und v. *glaucum* 6, *Salsola kali* 7, *Festuca polesica* I, *Elymus arenarius* I, *Polygonum heterophyllum* v. *litorale* 5, *Atriplex prostratum* 2, *Cakile maritima* 1, *Radicula palustris* 2, *Senecio vulgaris* 1, *S. viscosus* 5 und *Leontodon autumnalis* 3 auf. — Bei Lounatkappalahti kommt an der Tangzone eine Reihe von niedrigen *Festuca rubra* v. *arenaria* 5—7-Dünen vor; *Festuca polesica* II und *Elymus arenarius* I treten auch in diesen Dünen auf. Landeinwärts bildet *Elymus arenarius* I—III einen schmalen Gürtel, wo das Gras niedrige Dünen gebaut hat.

Das Supralitoral umfasst den übrigen Teil der Landenge. Der Boden besteht aus Moräne mit Flecken und Streifen von Flugsand sowie auch Dünen. Diese Zone ist mit *Festuca polesica* bewachsen. Unmittelbar am Litoral stehen die Rasen licht (I), landeinwärts dichter, im Zentrum beträgt die Dichtigkeit VII. Die Rasen haben Dünen erzeugt, die in den zentralen Teilen der Zone zusammengewachsen sind und grosse Dünenschilder bilden. In einigen Dünen kommt *Rumex acetosella* 1 vor; eine strauchförmige Kiefer, die eine Düne gebaut hat, steht im höchsten Teil des Supralitorals. In der N-Partie der Zone kommen hie und da *Festuca rubra* v. *arenaria* und *Elymus arenarius* vor.

## B. Die beiden Dünensysteme östlich von Hiekkataipale.

Die beiden Systeme, zu denen die Dünen auf Suisaari gehören, erstrecken sich im W bis zu der Landenge. Das erste System liegt auf dem E-Ufer der Bucht Pohjoiskappalahti, das zweite auf dem E-Ufer der Bucht Lounatkappalahti; beide werden durch eine hohe bogenförmige Düne, die sich bis auf die Landenge hinzieht, verbunden. Das erste System besteht aus zwei, bis zu 1 m hohen bewaldeten Dünen, deren Waldbodenvegetation geschlossen ist, das zweite System aus fünf bis zu 5 m hohen, mit Wald bestandenen, 100—300 m langen Dünen, die sehr deformiert sind; die am meisten meerwärts gelegene Düne, die nicht bewaldet gewesen ist, besteht nur noch aus einigen bis zu 2 m hohen Resten. Die ursprüngliche Waldbodenvegetation ist zerstört worden. Die Verbindungsdüne, deren konvexe Seite gegen die Landenge gekehrt ist, erreicht eine Höhe von 7 m; auch hier ist die ursprüngliche Vegetation verschwunden. — Der Wald der Dünen besteht aus ungleichaltrigen Kiefern; stellenweise haben hier Hiebe stattgefunden. Die sekundär eintretende Vegetation besteht aus *Calamagrostis epigejos*, *Festuca polesica* und *Hieracium umbellatum* v. *dunense*; hie und da tritt *Telephora laciniata* in kleinen Gruppen auf.

## C. Die Dünensysteme westlich von Hiekkataipale.

Zwischen der Landenge und der ca. 750 m hiervon gelegenen Litorinalgrenze befindet sich ein System von 14 einander parallelen,  $\frac{1}{2}$ —2 m hohen bewaldeten Dünen, die durch Dünen, welche an der W-Seite der Buchten entlang laufen, von den Buchten Pohjoiskappalahti und Lounatkappalahti getrennt sind. Die 14 Dünen sind wahrscheinlich nacheinander auf dem W-Ufer der Meeresenge, die die früheren Inseln Lavansaari und Suisaari trennte, entstanden. Sie sind mit Kiefernwald bewachsen; die ursprüngliche Bodenvegetation ist meist erhalten. — Die flankierenden Dünen, zwei bei Pohjoiskappalahti, eine bei Lounatkappalahti, sind bedeutend höher; sie sind durch eine bogenförmige, bis zu 5 m hohe Düne, deren konvexe Seite gegen die Landenge orientiert ist, verbunden. Diese letzterwähnten Dünen sind mit Kiefern bewaldet; ihre Bodenvegetation ist verschwunden und, mit Ausnahme der unmittelbar an der Bucht Pohjoiskappalahti gelegenen Düne, durch *Festuca polesica* (dominierend), *Calamagrostis epigejos* und *Hieracium umbellatum* v. *dunense* ersetzt. Diese Vegetation bedeckt auch grosse Partien der am meisten nach dem Meere zu gelegenen Düne. Hier stehen noch *Majanthemum bifolium*, *Pyrola chlorantha* und *Linnaea borealis* im sekundär eingetriebenen Flugsande.

Die an der Bucht Pohjoiskappalahti gelegene Düne erstreckt sich in der Richtung NW—SE von der Landspitze Mustaniemi bis zur Landenge Hiekkataipale.



taipale; die Höhe ist 5 m. Die Düne ist gegen N-Winde durch die Landspitze Mustaniemi und die niedrige Insel Moussaari, gegen S- und W-Winde durch Wälder geschützt. — Die Leeböschung, der Kamm und der obere Teil der Wind-N-Böschung sind mit Kiefern bestanden. Die Bodenvegetation des unteren Teils der Windböschung besteht aus *Festuca polesica* VI—VII, *Ceratodon purpureus* III und *Polytrichum piliferum* II im offenen Sande; die ursprüngliche Pflanzendecke ist verschwunden. Dasselbe ist der Fall in dem oberen Teil der Böschung; hier wachsen jetzt *Stereocaulon paschale*, das grosse Matten mit *Cladonia sylvatica* bildet, *Festuca polesica* IV und *Hieracium umbellatum* v. *dunense* III.

#### D. Das Dünengebiet auf der N-Küste von Lavansaari.

Das ca. 1 km lange Dünengebiet erstreckt sich 200—250 m landeinwärts; im W reicht es bis zu den ersten Häusern des Kirchdorfes. Es besteht aus einem schmalen Flugsandfeld und drei bewaldeten Dünen.

##### a. Das Flugsandfeld.

Die *S a l i n e*, die ca. 20 m breit ist, weist groben Sand auf, der mit Dünen-sand gemischt ist; hie und da kommen Sandalgen vor.

Auf der *Suprasaline*, die 30—35 m breit ist, liegt Flugsand über Moräne. Im E-Teil des Gürtels kommt *Hyoscyamus niger* 6—7 in grossen Gruppen vor, die auf übersandetem *Fucus* wachsen. Die übrigen Teile des Gürtels sind mit *Festuca polesica* V—VI, die kleine Dünen resp. grössere Dünenschilder erzeugt hat, bewachsen.

Auf dem 15—20 m breiten *Supralitoral* treten *Festuca polesica* VI, *Juniperus communis* I, niedrige *Pinus silvestris* I und *Picea abies* I, die Dünen gebaut haben, auf. Die Dünen der Holzgewächse sind mit *Festuca polesica* überzogen.

##### b. Die bewaldeten Dünen.

Landeinwärts folgt eine 1 km lange supralitorale Reihe von ungef. 1 m hohen Dünen, die mit jungen Kiefern bewachsen sind. Die Bodenvegetation besteht aus *Festuca polesica* VI, *Rhacomitrium canescens* VI und Sandkuchen, die einerseits mit *Cladonia rangiferina*, *C. sylvatica*, *C. cornuta* und *Stereocaulon paschale*, anderseits mit *Rhacomitrium canescens* bewachsen sind.

Landeinwärts treten zwei parallel zur Dünenreihe verlaufende, 1 km lange und bis zu 2 m hohe, mit Kiefern bestandene Dünen auf, deren geschlossene Bodenvegetation aus Waldpflanzen besteht.

### E. Die Dorfdüne.

Unmittelbar östlich vom Kirchdorf breitet sich ein kleines Flugsandfeld aus, das nur hie und da kleine *Festuca polesica*-Dünen aufweist. Neben einem über das Feld laufenden Weg kamen einige *Elymus arenarius*-Exemplare vor. An den W-Teil des Feldes schliesst sich die Dorfdüne an. Diese bis zu 2 m hohe und ungef. SSE—NNW streichende Düne, deren Sand beinahe unbeweglich ist, wird von Zäunen, von denen einer auf dem Kamme der Düne, ein anderer rechtwinklig zu diesem gezogen ist, geschützt. Die Düne ist von *Elymus arenarius* VI—VII aufgebaut. Neben dem ersterwähnten Zaun treten *Calamagrostis epigejos*, *Agropyron repens* v. *glaucum* und v. *vulgare* auf; die Gräser kommen auch in einer schmalen Zone, die längs der angrenzenden Wiese verläuft, vor. Auf der Leeböschung erscheinen *Sedum acre* I und *Galium verum* 5. — Im Winkel zwischen den Zäunen wächst eine 13 m hohe *Betula verrucosa*, die sich in zwei Stämme gegabelt hat. Aus diesen gehen Sprosse hervor; die untersten, die reichlich verzweigt waren, hatten Flugsand gebunden. Unter dem Baume wachsen einige *Agropyron repens*-, *Viola silvatica*-, *Senecio viscosus*- und *Taraxacum* sp.-Exemplare. Auf dem NNW-Abschnitt der Düne kommen einige *Sorbus aucuparia*-Dünen vor, die von Sprossen, welche von übersandeten Stümpfen ausgehen, gebaut sind. Im Schutze der Sprosse wachsen *Calamagrostis epigejos*, *Agropyron repens* und v. *glaucum*. Ausserhalb derselben erscheinen einige *Anthoxanthum odoratum*-, *Rumex acetosella*-, *Senecio vulgaris*- und *Leontodon autumnalis*-Exemplare.

### F. Das Dünengebiet von Hiekkakukkula.

Das Dünengebiet besteht aus einer hohen Düne, Hiekkakukkula, die bogenförmig ein Flugsandfeld, das an der Bucht von Suurenhiekanlahti liegt, umfasst. Das Dünengebiet wird im N von der Landspitze Eristuori, im S von der Landspitze Ristiniemi begrenzt; die beiden Landspitzen sind bewaldet.

#### a. Das Flugsandfeld.

Das Flugsandfeld ist mit Grus und kleinen Steinen bedeckt, die in der Saline mit Flugsand vermischt sind; in der Suprasaline tritt Flugsand in Flecken und Dünen auf.

Die 15 m breite Saline weist stellenweise Sandalgen auf.

Die Suprasaline erreicht eine Breite von 200 m. An der Grenze zur Saline erscheint übersandeter *Fucus* in zwei Gürteln; der nach dem Meere zu gelegene ist mit *Agropyron repens* und v. *glaucum* 6, *Elymus arenarius* I, *Polygonum tomentosum* 4, *P. heterophyllum* v. *litorale* 5, *Atriplex hastatum* 1,

*Salsola kali* 4 und *Senecio viscosus* 5 bewachsen; auf dem zweiten Gürtel kommen *Agropyron repens* und v. *glaucum* 6 vor. Die Pflanzen haben niedrige Dünen gebaut. — Die e r s t e H ä l f t e des landeinwärts gelegenen Teils des Flugsandfeldes stellt eine Deflationsfläche mit wenig Flugsand dar, die hie und da mit *Festuca polesica* bewachsen ist. An der Grenze der anderen Hälfte des Feldes tritt eine Reihe von 20—30 cm hohen Dünen auf, von *Festuca rubra* v. *arenaria*, *Poa pratensis*, *Carex arenaria* und *Agropyron repens* und v. *glaucum* gebaut, von denen die beiden letztgenannten auf übersandetem *Fucus* wachsen. Zwischen den Dünen kommen im groben Sand einige *Agrostis canina*-, *Poa pratensis*-, *Carex Goodenowii*- und *Lathyrus maritimus*-Exemplare vor. — Der südliche Abschnitt der a n d e r e n H ä l f t e des Feldes ist mit *Festuca rubra* v. *arenaria* 6 bewachsen, die einige über 1 m hohe Dünen und eine den angrenzenden Abschnitt der Randdüne berührende 1 ½ m hohe Terrasse gebaut hat. Der nördliche Abschnitt umschliesst zwei Deflationsflächen. Der feine feuchte Sand der ersteren ist mit Sandalgen überzogen. In kleinen teilweise eingesandeten Matten von *Polytrichum juniperinum* I kommen einige *Festuca rubra* v. *arenaria*-Exx. vor. Im übrigen wachsen hier *Juncus bufonius* 8, *Agrostis canina* V, *A. stolonifera* 1, *Festuca rubra* v. *arenaria* 5, *Elymus arenarius* I, *Carex Goodenowii* V—VI, *Juncus lampocarpus* VI, *J. nodulosus* V, *Salix phylicifolia* 1 von einigen Zentimetern Höhe, *Ranunculus repens* 1, *Potentilla anserina* 1, *Veronica serpyllifolia* 1 und *Galium palustre* 1. — Auf einer zweiten Deflationsfläche, deren feiner Sand feucht ist, steht eine Gruppe junger Kiefern. Sandalgen sind vorhanden. Weiter kommen *Agrostis canina* V, *Juncus bufonius* 8, *J. filiformis* I, *J. lampocarpus* III, 6, *Carex Goodenowii* V und *Sagina procumbens* 2 vor. Auf eingesandetem Tang tritt *Cakile maritima* 1 und zwergartiges *Solanum nigrum* 7 auf. Im trockenen Flugsand unter den Kiefern finden sich Betten von *Ceratodon purpureus*, aus denen Spitzen von *Polytrichum juniperinum* hervorschiessen; hier kommt auch *Carex arenaria* 6 in zwei Beständen vor, die Flugsand zu einige Dezimeter hohen Dünenschildern gebunden haben. — Wo die zentrale Partie des Flugsandfeldes die Randdüne berührt, findet sich eine Anzahl von bis zu 1 m hohen Steinen, um welche sich grosse Mengen Flugsand angesammelt haben; hier kommt ein *Carex arenaria* 6-Bestand vor.

#### b. Die Randdüne Hiekkakukkula.

Die Randdüne verbindet bogenförmig die Landspitzen Eristuori und Ristiemi und schliesst das obenbeschriebene Flugsandfeld landeinwärts ab. Die zentrale Partie der Düne ist am breitesten, ca. 130 m, und am höchsten, 14.5 m; dieser Abschnitt wandert vom Meere fort, seine Leeböschung fällt mit einem 8 m hohen Steilabhang nach dem davorliegenden Waldboden ab. — Die NE-

und SW-Abschnitte sind mit Kiefernwald bestanden; die zentrale Partie ist, mit Ausnahme eines Kiefernwäldchens auf dem Kamme und einem Teil der Windböschung, baumlos. Diese baumlosen Partien sind vom Winde deformiert und mit *Festuca rubra* v. *arenaria* 6 und *Elymus arenarius* 6 bewachsen; der letzterwähnte hatte niedrige rückenförmige Dünen erzeugt. Die Bodenvegetation des N-Abschnittes besteht aus Waldpflanzen und ist geschlossen. Die ursprüngliche Bodendecke der übrigen bewaldeten Teile der Düne ist verschwunden und sekundär durch *Deschampsia flexuosa* VI ersetzt, die einige Dezimeter hohe Dünen erzeugt hat; kleine Flecke sind mit *Festuca rubra* v. *arenaria* 5, *F. polesica* VI und *Calamagrostis epigejos* 4 bewachsen. Auf dem SW-Abschnitt der Düne kommt, 70 m vom Wasser entfernt — die Düne ist hier 2 m hoch — *Fucus* in kleinen übersandeten Flecken vor, in denen einige *Salsola kali*- und *Senecio viscosus*-Exemplare wachsen. — Die Leeböschung der wandernden Partie der Randdüne ist mit Ausnahme einiger eingesandeten Kiefern und Fichten vegetationslos.

## Kap. V. Die Dünengebiete auf der Landspitze Hangöudd.

Einige dieser Dünengebiete sind recht gross, andere haben geringere Ausdehnung; ihr Sand ist direkt aus dem Lojo-Os, der landeinwärts in der Nähe der Dünengebiete vorbeiläuft, ausgespült worden. (Karte bei KROGERUS 1932, S. 66.)

### A. Das Dünengebiet von Lappvik. 1923, 1927, 1928, 1930.

59° 54' n. Br.

#### a. Das Litoral.

Dies 1 km lange Dünengebiet, das aus einer hohen Düne, der Högsand-Düne, und einem schmalen Litoral besteht, liegt am N-Ufer der Bucht Sanatorieviken. Die Högsand-Düne erstreckt sich vom Hafen bei Lappvik bis in die Nähe von Syndalen. Auf dem Kamme der Düne liegt ein Sanatorium. Die Bucht öffnet sich gegen SE. Ihr sind kleine Inseln vorgelagert; durch schmale Sunde steht sie im S und SE mit dem Fjärd »Hangö östra fjärd» in Verbindung.

Die *S a l i n e*, deren Dünensand stellenweise mit gröberem Sand gemischt ist, hat Sandalgen.

Die Vegetation der *S u p r a s a l i n e* findet sich hauptsächlich in einem niedrigen Dünenwall, der sich am Fusse der Högsand-Düne entlang zieht. Der E-Abschnitt des Dünenwalls nach dem Hafen zu ist mit *Elymus arenarius*



VI, *Festuca polesica* VI und *Honckenya peploides* 1 bewachsen. Im zentralen Abschnitt unterhalb des Sanatoriums tritt ausserdem noch *Carex arenaria* auf. In dem zum Sanatorium gehörigen Gebiet erscheint *Ammophila arenaria* in einigen Beständen, und zwar finden sich die meisten im Dünenwall, der hierdurch eine bedeutende Breite und Höhe erhalten hat. Einer der Bestände war von kleinen Rinnsalen durchflossen. Hier wuchsen *Ammophila arenaria* VI, *Equisetum arvense* 7—8, *Calamagrostis epigejos* VII und *Elymus arenarius* VII. Der SW-Abschnitt gegen Syndalen ist mit *Elymus arenarius* VI, *Festuca polesica* VI und *Hieracium umbellatum* v. *dunense* 1 bewachsen; Keimlinge von den Gräsern kommen in grossen Mengen vor. — Auf der Meeresseite des Flugsandwalles treten nur im SW Pflanzen auf; zahlreiche kleine, zum Teil unterirdische Rinnsale durchziehen den Ufergürtel. Hier wachsen *Equisetum arvense* 5—6, hie und da auch *Honckenya peploides* in dichten Beständen und im trockenen Sande *Elymus arenarius* V, auch Keimlinge, und *Viola canina* III. Unmittelbar bei Syndalen erreicht die Suprasaline eine recht grosse Breite; hier hat *Thymus serpyllum* in Verbindung mit *Carex arenaria* eine niedrige Düne gebaut (Abb. 4).

#### b. Die Högsand-Düne.

Die ca. 750 m lange Düne erreicht im zentralen Abschnitt beim Sanatorium eine Höhe von 8 m. Sie ist auf einem Os, der mit einem bis zu 5 m dicken Flugsandmantel bedeckt ist, entstanden. — 1. Die Windböschung des Abschnittes Hafen—Sanatorium ist mit lichtem Kiefernwald bewachsen. Die Waldvegetation ist im allgemeinen erhalten, nur teilweise ist sie übersandet. Hie und da breiten sich grosse *Arctostaphylus uva ursi*-Matten über offenen Sandflächen aus. Auf offenem Flugsand treten *Festuca polesica*, *Thymus serpyllum* und *Hieracium umbellatum* v. *dunense* auf. — 2. Die Windböschung des zentralen Abschnitts innerhalb des Sanatoriumgebietes ist, bis auf 3 alte Kiefern und zwei Gruppen junger Kiefern im oberen Teil, waldlos; die Böschung ist vom Wind deformiert. Der oberste Teil ist mit *Festuca polesica* VI, die grosse Bestände bildet, und *Elymus arenarius* I bewachsen; nach unten zu zerfallen die Bestände und kommen auf ca. 1 m hohen Dünenschildern vor. Auch Keimlinge und einige *Hieracium umbellatum* v. *dunense*-Exx. kommen vor. In einem an der Böschung entlang verlaufenden eingesandeten Graben findet sich *Elymus arenarius* VII, auch Keimpflanzen. Im unteren Teil der Windböschung erscheinen stellenweise *Carex arenaria* und *Ammophila arenaria* (LEMBERG 1933, Abb. 3). — 3. Der SW-Abschnitt der Düne ist, einige Flecke ausgenommen, mit dichtem Kiefernwald bestanden und die Bodenvegetation ist im allgemeinen unberührt; die untere Partie der Böschung ist erodiert und fällt ziemlich steil zum Litoral ab. Auf dem Steilhang kommen *Festuca polesica*

VI, auch Keimpflanzen, *Elymus arenarius* V, *Thymus serpyllum* I, von denen einige Exemplare vertrocknet sind, *Chamaenerium angustifolium* I, 5, *Viola canina* 5, *Polytrichum juniperinum* I, Jungpflanzen von *Betula verrucosa* 1 und *Rubus idaeus* 1 vor. Näher bei Syndalen, wo der Wald licht ist, tritt *Arctostaphylos uva ursi* auf; die Pflanze hat hie und da wellenförmige Dünen erzeugt, in denen oft auch *Festuca polesica* vorkommt. — Auf der Leeseite ist der Dünenwald gewöhnlich unberührt, nur beim Sanatorium hat sich Flugsand über dem Kamme und der Leeböschung ausgebreitet; die Vegetation besteht aus *Deschampsia flexuosa* VII, *Festuca polesica* VII und *Elymus arenarius* I.

## B. Das Dünengebiet von Syndalen.

59° 53' n. Br.

Das Dünengebiet breitet sich auf dem N-Teil der ca. 1 km langen Bucht, die zwischen den Landspitzen Syndalsudden und Lernäsudden liegt, aus. Es ist gegen E orientiert und 200 m lang, 60 m breit. Im NE, ungef. 1 km von der Bucht entfernt, liegt die kleine bewaldete Insel Syndalsholmen und landeinwärts hiervon zwei niedrige Felsen; neben dem Wassersaum treten im Wasser einige Sandbänke, mit reicher Vegetation bedeckt, auf. Das Dünengebiet besteht aus einer niedrigen Walddüne und einem meerseits hiervon gelegenen Flugsandfeld.

### a. Das Flugsandfeld.

Der Sand der 2—3 m breiten *Saline* ist fein, stellenweise mit größerem Sandmaterial, Muschelschalen, *Fucus*-Stücken, Fäden von Grünalgen usw. gemischt. Im nördlichsten und südlichsten Teil der Zone enthält der Sand auch Schlick. — Am Wassersaum entlang zieht sich ein Sandalgengürtel hin. Landeinwärts folgt eine Zone mit *Agrostis stolonifera* V, *Honckenya peploides* I, 7, *Potentilla anserina* I, 6 und Keimlingen von *Pinus silvestris* III, 8. Auf der N- und S-Partie der Zone wachsen ausserdem *Juncus bufonius* 7, *Scirpus acicularis* II, 8, *Gnaphalium uliginosum* I, 7, *Triglochin palustris* 1, *Polygonum tomentosum* f. *incanum* 1, *P. hydropiper* 1 und *Sagina procumbens* 1. Wo Rinnale den Gürtel durchziehen, erscheint *Equisetum arvense* 6.

Die 3—4 m breite *Suprasaline* weist übersandete *Fucus*-Bänke auf. Hier wachsen in dem mehr nach der Saline zu gelegenen Teil *Equisetum arvense* 6, *Agrostis stolonifera* 5, *Calamagrostis epigejos* 5, *Poa annua* 6, *Agropyron repens* v. *glaucum* 6, *Polygonum heterophyllum* v. *litorale* 5—6, *Salsola kali* 6, *Potentilla anserina* 5—6, *Cirsium arvense* 6, *Leontodon autumnalis* 6, *Sonchus arvensis* 6, in dem weiter landeinwärts gelegenen älteren Teil Keimlinge von *Pinus* 8, *Poa pratensis* 1, *Festuca polesica* VI, *Elymus arenarius* I, *Carex Goodenowii* VI, *C. leporina* 1, *C. arenaria* 6, *Rumex crispus* 3, *R. acetosella* 1,

*Polygonum tomentosum* f. *incanum* 1, *Chenopodium album* 1, *Atriplex hastatum* 1, *Spergula arvensis* 1, *Rubus idaeus* 1, *Rosa villosa* 1, *Trifolium repens* I, 5, *Viola palustris* I, 7, *Galium palustre* I, 6 und *Taraxacum* sp. 1. — *Carex arenaria* ausgenommen, die von den Tangbänken in den offenen Sand gewandert ist, ist die Suprasaline zwischen den Tangbänken pflanzenlos.

Das Supralitoral ist in dem S-Abschnitt nur einige Meter breit, gegen N wird es breiter; landeinwärts grenzt die Zone an die Walddüne. Der S-Teil ist mit *Empetrum nigrum*, *Calluna vulgaris* und *Arctostaphylus uva ursi* (dominierend) bewachsen; die Zwergsträucher haben Dünen erzeugt. Einige *Arctostaphylus*- und *Empetrum*-Dünen haben auch *Festuca polesica* und *Cladonia sylvatica*. Zwischen den Dünen treten *Festuca polesica* V, *Honckenya peploides* I, 7 und *Elymus arenarius* I auf. Im zentralen Teil des Flugsandfeldes findet sich ein *Alnus glutinosa*-Bestand, durch den Rinnsale fließen. In diesem Bestande wachsen *Equisetum arvense*, *Calamagrostis epigejos*, *Carex arenaria*, *Viola palustris*, *Galium palustre* und *Tussilago farfara*. — Im N-Teil des Supralitorals hat *Festuca polesica* VI schildähnliche Dünen gebaut, in denen *Viola canina* 1—2 und *Leontodon autumnalis* 1 auftreten. Zwischen den *Festuca*-Dünen kommen *Festuca polesica* I, *Elymus arenarius* I, *Carex arenaria* I und *Viola canina* 1 vor; stellenweise bildet *Polytrichum piliferum* Bestände von einigen Quadratmetern Umfang, in denen Sandkuchen, Keimpflanzen von *Pinus silvestris* und *Festuca polesica* auftreten.

#### b. Die Randdüne.

Die kurze, mit lichtem Kiefernwald bestandene Düne ist bis zu 3 m hoch. Die Windböschung ist jedoch baumlos und der Erosion unterworfen; Flugsand ist sekundär über den Kamm getrieben und hat die ursprüngliche Vegetation begraben. Der Kamm, auf dem noch einige Kiefern stehen, und die Leeseite sind mit *Festuca polesica* VI bewachsen; auch auf der Windböschung breitet sich der *Festuca*-Mantel in Gestalt von Zungen oder isolierten Beständen aus, in denen auch *Viola canina* 2, *Leontodon autumnalis* 3 und *Cetraria aculeata* 4—5 vorkommen. Zwischen denselben treten *Festuca polesica* II und *Rhacomitrium canescens* II in kleinen eingesandeten Matten auf. — Auf dem Dünenkamm wachsen im Schutze der Bäume *Festuca polesica* VI, *Cetraria aculeata*, *C. islandica*, *Cladonia rangiferina*, *C. sylvatica*, *Ceratodon purpureus*; auch Sandkuchen kommen vor.

#### C. Die supramarine Düne von Syndalen.

59° 52' n. Br.

Diese 6—8 m hohe und  $\frac{1}{2}$  km lange Düne kommt auf dem baumlosen Sandfeld zwischen der Landspitze von Syndalen — Abstand  $\frac{1}{2}$  km — und den Seen von Tvärminne — Abstand ca. 1 km — vor. Sie besteht aus zwei

Abschnitten, von denen der eine in SSE—NNW-, der andere in SSW—NNE-Richtung verläuft. Die Düne trägt auf der Windböschung und dem Kamm einige 40—50-jährige Kiefernwäldchen. Der grösste Teil der Leeböschung ist mit dichtem Wald bestanden, ein Teil der Böschung ist baumlos. — Im Jahre 1914 wurde ein Teil des Dünenwaldes auf der Windböschung durch Brand vernichtet und besonders die Bodenvegetation auf weiten Flächen zerstört. Später wurden diese Flächen durch Deflation angegriffen und der Sand in Bewegung gesetzt. Die Sandoberfläche ist mit *Stereocaulon paschale* 7—8 und *Cladonia sylvatica* 7—8 bewachsen, die entweder miteinander gemischt oder jede Art für sich auf Arealen von bis zu 100 qm Umfang vorkommen. In den Flechtenbeständen treten Jungpflanzen von *Arctostaphylus uva ursi* und *Calluna vulgaris* auf. Stellenweise bildet *Ceratodon purpureus* in dem offenen Sande Matten, aus denen Spitzen von *Polytrichum piliferum* hervorschiessen. Hie und da tritt *Polytrichum juniperinum* in reinen Beständen auf. Die grössten und zahlreichsten Bestände bildet *Racomitrium canescens*, in dessen Matten *Polytrichum juniperinum* vorkommt. Stellenweise treten im offenen Sande grosse Mengen von Sandkuchen auf, von denen die älteren mit *Biotra uliginosa* oder *Ceratodon purpureus* oder mit beiden bewachsen sind. *Festuca polesica* V tritt am Kamme in einigen Gruppen auf. Hie und da erscheinen *Empetrum nigrum*-, *Arctostaphylus uva ursi*- und *Calluna vulgaris*-Dünen, von denen die beiden ersterwähnten ca. 1 m, die letztgenannten 40—50 cm hoch sind; die Dünen sind im Verfall begriffen. — In einigen Erosionsmulden der Windböschung kommen *Senecio silvaticus* 6, *Rubus idaeus* 5, *Chamaenerium angustifolium* 5, *Calluna vulgaris* II—III und *Vaccinium vitis idaeae* I vor; die meisten Mulden sind pflanzenlos. — In offenen Partien des Kammes wachsen einige strauchartige *Betula verrucosa*-, *Sorbus aucuparia*- und *Rhamnus frangula*-Exemplare. — Unter den Kiefern der Düne ist in der Regel die ursprüngliche Vegetation erhalten: *Cladonia rangiferina*, *C. sylvatica*, *Stereocaulon paschale*, *Cetraria aculeata*, *Empetrum nigrum*, *Calluna vulgaris*, *Arctostaphylus uva ursi*. — Auf der offenen Partie der Leeseite bildet *Chamaenerium angustifolium* einen Bestand; unterhalb derselben tritt *Convallaria majalis* zonenbildend auf.

#### D. Das supramarine Dünengebiet beim Dorf Tvärminne.

59° 52' n. Br.

Westlich vom Dorf Tvärminne tritt ein Komplex teilweise bewaldeter bis zu 12 m hoher Dünen auf, zwischen denen sich kleine Flugsandfelder ausbreiten; die Haupttrichtung dieses Systems ist N—S. Der Sand des Gebietes — die Dünen liegen auf einem Os — ist seit mehreren Jahren als Material für Ziegel verwendet worden; auch die sekundäre Vegetation, aus Dünenpflanzen bestehend,



ist zum grossen Teil zerstört. Erhalten sind, besonders auf den Leeböschungen der Dünen, *Festuca polesica*, *Calamagrostis epigejos*, *Viola canina* und *Hieracium umbellatum* v. *dunense*; an einem Wege kommen einige *Campanula rotundifolia*-Exemplare vor. — Eines der Flugsandfelder, wo eine alte Kiefer »die Tvärminne-Kiefer« steht, ist mit *Festuca polesica* VI in kleineren Beständen und *Carex arenaria* in zwei grossen Gruppen bewachsen (Abb. 5).

#### E. Die Dünen zwischen Björskär und Henriksberg.

59° 52' n. Br.

Das Küstengebiet wird durch seichte Buchten, die voneinander durch kurze Landspitzen getrennt sind, charakterisiert; diese bestehen aus mit Wald bewachsenen Hügeln, die ehemalige Inseln darstellen.

Auf dem W-Ufer der Bucht Balget, die sich gegen das Meer nach S zu öffnet, kommen einige Flugsandbänke vor, die sich, von 10—30 m breiten Kleinbuchten ausgehend, in SSE—NNW-Richtung über die die Bucht Balget umgebende Marschwiese erstrecken. Die feuchten Ränder der Flugsandbänke, die wie die Marschwiese zur Saline gehören, sind mit *Triglochin palustris*, *Agrostis stolonifera*, *Juncus Gerardi*, *Potentilla anserina* usw. bewachsen. Die zentralen Teile, wo der Flugsand tiefer ist, waren in einem Falle mit *Elymus arenarius* VI, *Agropyron repens* V (auf *Fucus*), *Honckenya peploides* I, 6 und *Festuca polesica* I bewachsen.

Eine ältere nördlich von der erstgenannten gelegene Flugsandbank weist folgende dünenbauende Vegetation auf: *Elymus arenarius* VI, *Festuca polesica* I, *F. rubra* v. *arenaria* I, *Empetrum nigrum* I in kleinen Matten, *Sedum acre* I, 8 und *Sonchus arvensis* 1. In den *Elymus*-Dünen kommen auch *Stellaria graminea* 5 und *Potentilla argentea* 1 vor. — In den Jahren 1924—1928 ist an dem südlichen Abschnitt des W-Ufers der Bucht Balget entlang eine *Elymus*-Zone auf Flugsand entstanden, wodurch die Sandzufuhr nach den obenerwähnten, landeinwärts gelegenen Flugsandbänken unterbunden ist; der *Elymus*-Gürtel breitet sich landeinwärts aus.

Näher bei Henriksberg findet sich eine ca. 125 m lange und 30 m breite Flugsandbank, deren Haupttrichtung SSW—NNE ist. Sie wird im E und N von einer Marschwiese, im W von einer *Empetrum nigrum*-Heide, im S vom Meere begrenzt. Der nach dem Meere zu gelegene Abschnitt befindet sich zwischen zwei bewaldeten felsigen Landspitzen. Der feine bewegliche Sand des Litorals ist mit dünenbauendem *Elymus arenarius* IV, *Festuca polesica* III und *Carex arenaria* I, 7 bewachsen. Die Höhe des Supralitorals ist 1 m; die Vegetation besteht hier aus *Festuca polesica* VII, *F. rubra* v. *arenaria* 6, *Elymus arenarius* V, *Rumex crispus* 1, *R. acetosella* 6, *Stellaria graminea* 5, *Honckenya peploides* I, *Potentilla argentea* 5—6, *Sedum*

acre I, 8, *Galium verum* I, 6, *Ceratodon purpureus* I—II teils auf Sandkuchen, teils im offenen Sande, *Ptilidium ciliare* 1, *Biatora uliginosa* auf Sandkuchen, *Cladonia rangiferina*, *C. sylvatica*, *C. cornuta*, *C. pyxidata* z. Teil auf Sandkuchen, *Cetraria aculeata* und *C. islandica*.

Östlich der Flugsandbank breitet sich ein 1 ha grosses Flugsandfeld innerhalb einer hufeisenförmigen Bucht, die sich nach S öffnet, aus. Westlich hiervon liegt eine Wiese, durch die ein Bach fliesst. Westlich der Wiese findet sich die obengeschilderte Flugsandbank. Im E grenzt das Flugsandfeld an eine *Empetrum nigrum*-Heide (s. LEMBERG 1928, S. 69—72). — Die S a l i n e, deren grober Sand mit Flugsand vermischt ist, ist mit Sandalgen bewachsen. — In der S u p r a s a l i n e ist der Flugsand mit *Fucus* gemischt; auf dem Tang wachsen *Agrostis stolonifera* 5—6, *Rumex crispus* 5, *Honckenya peploides* I, 6, *Sonchus arvensis* I, 6 und *Matricaria inodora* 1. In tangfreiem Sande wächst *Elymus arenarius* V—VI, der kleine Dünen gebaut hat. — Auf dem meerwärts gelegenen Teil 1 des 35 m breiten S u p r a l i t o r a l s dominiert *Elymus arenarius*, auf dem landeinwärts liegenden Teil 2 Moose und Flechten. — 1. Der Sand ist durch *Elymus* zu 1 m hohen unregelmässig angeordneten Dünen gebunden worden. An der Grenze zum Litoral ist das Gras hoch und üppig, landeinwärts ist es verkümmert und steht lichter. Auf den landeinwärts gelegenen Dünen, z. Teil auch zwischen denselben, wachsen *Festuca polesica*, *Ceratodon purpureus* und *Stereocaulon paschale*, von denen *Ceratodon* auch auf verwelkten *Elymus*-Halmen, *Stereocaulon* auf *Ceratodon* oder auf dem offenen Sande auftritt. Hier finden sich auch Sandkuchen, auf denen *Biatora uliginosa*, *Cladonia sylvatica* und *C. gracilis* wachsen. — 2. Der Sand ist mit einer fast kompakten zusammenhängenden Kruste von Sandkuchen überzogen, die mit *Ceratodon purpureus* bewachsen sind; stellenweise finden sich offene Flecke, in denen mit *Biatora uliginosa* und *Cladonia gracilis* bewachsene Sandkuchen auftreten. Hie und da kommt auch *Polytrichum piliferum*, teils im offenen Sande, teils im *Ceratodon*-Teppich vor, wo auch *Peltigera canina* auftritt. Im Moosteppich wachsen *Agrostis capillaris* VI, *Festuca polesica* VI, *Carex Goodenowii* I, *Stellaria graminea* 1, *Sagina nodosa* 6, *Plantago maritima* 6, *Empetrum nigrum* V—VI und *Leontodon autumnalis* IV—V. *Empetrum* hat kleine Dünenhügel gebaut, in denen *Festuca polesica*, *Luzula multiflora*, *Rumex acetosella*, *Sagina nodosa*, *Chamaenerium angustifolium*, *Calluna vulgaris*, stellenweise auch *Ptilidium ciliare*, wachsen. An der Grenze zum Kiefernwald, vor dem das Flugsandfeld aufhört, tritt *Myrica gale* in Beständen auf; in diesen kommen *Agrostis capillaris*, *Deschampsia flexuosa*, *Poa pratensis*, *Festuca rubra*, *F. polesica*, *Elymus arenarius*, *Luzula multiflora*, *Rumex acetosella* und *Stellaria graminea* vor.

In der Nähe von Henriksberg findet sich hinter einem Zaun eine  $\frac{1}{4}$  km lange, bis zu 50 m breite und 3 m hohe, in SSE—NNW-Richtung streichende

Flugsandbank, die sich nach E ausdehnt. Die Bank, die in ihren mittleren Teilen von Heide, im N-Abschnitt von Wald umgeben ist, ist mit *Elymus arenarius* V—VI, *Festuca polesica* V und *Carex arenaria* I, 7 und, im N-Abschnitt, auch mit *Viola canina* V—VI in grossen Rasen bewachsen (LEMBERG 1933, Abb. 8).

#### F. Das Dünengebiet von Kolaviken.

59° 50' n. Br.

Die Bucht Kolaviken liegt  $\frac{1}{2}$  km östl. der Stadt Hangö; im N und W wird sie von dem Villagebiet Badhusparken, im E von Wald und der Insel Tallholmen begrenzt. Die 400 m breite Bucht öffnet sich nach S zum Fjärd »Hangö östra fjärd«, dessen vereinzelte Inseln kaum die Bucht gegen südliche Winde schützen; andere Winde erreichen die Bucht nicht. — Das eigentliche Dünengebiet hat eine Länge von ca. 250 m und eine Breite von 20—40 m; schon lange als Badestrand benutzt, ist Kolaviken und seine Vegetation von der Kultur beeinflusst worden. (Karte bei KROGERUS 1932, S. 70.)

Die 2—4 m breite *S a l i n e* erhebt sich relativ steil am Wassersaum, ihr mit Flugsand gemischter grober Sand ist mit *Fucus*, Grünalgenfäden, Muschelschalen usw. übersät. Es treten stellenweise Sandalgen, *Cakile maritima* 2 und *Lathyrus maritimus* 2 auf.

Die *S u p r a s a l i n e* ist in ihrer besser bewahrten N-Partie ca. 25 m breit. Die Oberfläche besteht aus dünnen Flugsandschichten über Osmaterial; *Fucus* usw. kommt teils auf dem Sande, teils in demselben eingebettet vor. *Elymus arenarius* VI hat unregelmässige  $\frac{1}{2}$ —1 m hohe Dünen gebaut, von denen die näher nach der Saline zu gelegenen auch mit *Agropyron repens*, *Chenopodium album*, *Atriplex hastatum*, *Honckenya peploides* und *Cakile maritima* bewachsen sind. Zwischen den Dünen kommen *Elymus arenarius* V, auch Samenpflanzen, *Agropyron repens* V, *Honckenya peploides* III und *Cakile maritima* 3 vor. Weiter landeinwärts ist der Sand fest. Zwischen den hier gelegenen *Elymus*-Dünen wachsen *Festuca polesica* I, *Agropyron repens* 6, *Elymus arenarius* V, *Lathyrus maritimus* 6, *Sedum acre* II, 8, *Galium verum* I, 6 und *Hieracium umbellatum* 5. An der Grenze zur Heide, die das Flugsandgebiet abschliesst, kommt nur sehr wenig feiner Sand vor. Hier wachsen *Ceratodon purpureus*, *Festuca polesica*, *Thymus serpyllum* und *Galium verum*; im Verschwinden begriffen sind *Elymus arenarius*, *Honckenya peploides* und *Lathyrus maritimus*.

## G. Das Dünengebiet von Storviken.

59° 49' n. Br.

Die ca. 3 km weite Bucht Storviken öffnet sich nach SE. 1—2 km vom Ufer entfernt liegen einige kleine Inseln, die der Bucht jedoch keinen Schutz gegen Winde geben; gegen SW-Winde bietet die äusserste Spitze von Tulludden mit der Lotsenstation einige Deckung. Das Dünengebiet, das bogenförmig die Bucht umfasst, besteht aus einem Flugsandfeld und einer alten bewaldeten, auf Osunterlage ruhenden Randdüne; seine Länge ist ungef. 2 km, die Breite 200 m (Abb. 6).

## a. Das Flugsandfeld.

Von der schmalen S a l i n e ist nur die westlichste Partie bewachsen; hier, wo das Osmaterial ganz mit Flugsand bedeckt ist, wachsen *Honckenya peploides* I, 6 und zahlreiche Keimlinge von *Elymus arenarius* und zwar teils in eingesandetem *Fucus*, teils unabhängig von diesem. Auch Sandalgen kommen vor.

Die S u p r a s a l i n e besteht aus der 1—2 m hohen, recht steilen Uferböschung. Das Osmaterial ist mit Flugsand gemischt, stellenweise auch mit diesem bedeckt. Hier kommen *Festuca polesica* I und *Elymus arenarius* I, die kleine Dünen gebaut haben, vor; im nordöstlichsten Abschnitt tritt *Carex arenaria* in schmalen Flugsandbänken und *Honckenya peploides* I auf. Nach der Lotsenstation zu liegen die *Elymus*-Dünen, die hier grösser sind, einander näher.

Das S u p r a l i t o r a l wird landeinwärts von der Randdüne begrenzt. Es stellt ein horizontales Flugsandfeld dar, dessen Grenzzone gegen die Suprasaline mit Dünen bedeckt ist, die von *Festuca polesica*, *Elymus arenarius*, *Carex arenaria* und *Honckenya peploides* gebaut sind. *Carex arenaria* tritt nur im nordöstlichsten Teil auf, wo sie in einigen Dünenschildern wächst. Die *Elymus*-Dünen kommen in einem Gürtel vor, der nach NE zu schmaler wird; die Dünen, die bis zu 1 m hoch sind, stehen im SW-Abschnitt dicht nebeneinander, im NE-Abschnitt dagegen in grösserem Abstand voneinander. Hier und da hat *Honckenya peploides* recht hohe Dünen gebildet. In den meisten *Elymus*-Dünen kommen *Festuca polesica* VI und *Honckenya peploides* V, 7 vor. Im S-Teil der *Elymus*-Zone hat *Festuca polesica* isolierte Dünen gebaut, die nach dem Zentrum der Bucht hin zu grösseren Schildern zusammengewachsen sind. Weiter nordostwärts bilden diese einen zusammenhängenden Dünenschild, der die *Elymus*-Zone begleitet; die Dichtigkeit des Grases ist VII. Hier kommen stellenweise *Elymus arenarius* und *Thymus serpyllum*, von denen das letztere beinahe übersandet ist, vor. Näher an der Lotsenstation treten einige



*Lathyrus maritimus*- und *Cetraria aculeata*-Individuen auf. — Landeinwärts breitet sich bis zur Randdüne eine ebene Sandfläche aus, deren Oberfläche aus Flugsand besteht, aus dem hie und da das darunterliegende Osmaterial hervortritt. Im E-Teil des Feldes wachsen in der Nähe der Randdüne einige Gruppen junger Kiefern; sonst kommen hier *Festuca polesica* V—VI in kleinen Dünenschildern, *Thymus serpyllum* V, das teils in den Dünenschildern, teils im groben Sand auftritt, *Empetrum nigrum* I, das kleine Dünen gebaut hat, und stellenweise *Polytrichum piliferum* vor. Weiter nach W zu dominieren *Rhacomitrium canescens* und *Polytrichum piliferum*, die nur wenig Flugsand gebunden haben, sowie *Stereocaulon paschale* und *Cetraria aculeata*, die in den Matten der Moose wachsen. Über dieser Decke breiten sich *Thymus serpyllum* II und *Empetrum nigrum* I aus, *Festuca polesica* IV ist verkümmert; unmittelbar bei der Randdüne bildet *Festuca polesica* VI eine schmale Zone mit grossen Mengen von Flugsand.

#### b. Die Randdüne.

Die supralitorale 3  $\frac{1}{2}$  m hohe und 100 m breite Düne ist mit Kiefern bewachsen, die bis zu 2 m Höhe eingesandet sind; in der Nähe der Bucht Frihamnen hat sich die Randdüne zu einigen grossen Dünenhügeln aufgelöst. Der Wald, der zum *Vaccinium-Calluna*-Typ gehört, ist stellenweise licht gehalten. Die Windböschung ist der Deflation ausgesetzt gewesen und der offene Sand ist mit *Festuca polesica*, *Elymus arenarius* und *Empetrum nigrum* bewachsen; der letzterwähnte Zwergstrauch wächst stellenweise in grossen Matten auf der Böschung. Der hie und da eingesandete Kamm weist *Calamagrostis epigejos*, *Festuca polesica*, *Elymus arenarius* und *Empetrum nigrum* auf. Dünenbauendes *Vaccinium myrtillus*, *V. uliginosum* und *Rosa glauca* (coll.) erscheinen stellenweise; eine *Rosa*-Düne war 1  $\frac{3}{4}$  m hoch und 3 m lang. An manchen Stellen kommen strauchartige *Prunus padus*- und *Sorbus aucuparia*-Exemplare vor, von denen einige niedrige Dünen gebildet haben; einige hohe *Alnus glutinosa*-Exemplare treten in der Düne auf.

### H. Das Dünengebiet von Frihamnen.

Die Bucht Frihamnen, die sich nach S zu öffnet, ist ca. 350 m breit.

Die 5 m breite S a l i n e ist mit teilweise von Flugsand bedeckten *Fucus*-Massen überzogen. Der W-Abschnitt ist mit *Agropyron repens* 7, *Cakile maritima* 7, *Polygonum tomentosum* 7, *P. heterophyllum* v. *litorale* 7, *Atriplex litorale* v. *serratum* 5, *Rumex crispus* 1, *Isatis tinctoria* 1, *Galeopsis bifida* 1 und *Cirsium arvense* 1 bewachsen. — Nach dem Zentrum der Bucht zu verschwinden die meisten Pflanzen — *Agropyron* und *Cakile* kommen jedoch auf der ganzen

Saline vor — und werden durch *Elymus arenarius* und *Honckenya peploides* ersetzt.

Die der Saline am nächsten liegenden Partien der Suprasaline sind mit *Elymus arenarius* VII, *Festuca polesica* VI und *Agropyron repens* 6 bewachsen. Landeinwärts bildet *Carex arenaria* eine Zone, die jedoch stellenweise durch Flächen unterbrochen wird, die mit *Festuca polesica* VI bewachsen sind. Zwischen *Carex arenaria*, die Flugsand eingefangen hat, erscheinen kümmernde *Festuca polesica* V und *Elymus arenarius* V; hie und da finden sich *Veronica longifolia* und *Galium verum*. In den *Festuca*-Flächen kommen auch *Elymus arenarius* V und *Honckenya peploides* V vor, auch *Carex arenaria* ist hier eingedrungen.

Der Sand des Supralitorals ist fest; hier wächst *Festuca polesica* VI, hie und da auch *Ceratodon purpureus* in kleinen Matten. Im NE vereinigt sich an der Bucht Storviken das Supralitoral mit dem Flugsandfeld, im N trifft es auf die Randdüne.

## Kap. VI. Die Dünengebiete der Festlandsküste des Bottnischen Meerbusens.

### A. Das Dünengebiet auf der Landzunge Ytterö (Yyteri). 1926.

61° 34' n. Br.

Die ca. 15 km lange Landzunge Ytterö liegt unmittelbar nordwestl. der Stadt Björneborg am Bottnischen Meerbusen. Sie beginnt 5 km von der Stadt, die Hauptrichtung ist SE—NW; sie bildet die südliche Seite der langgestreckten Bucht, in die der Kumo-älv mündet; im S liegt eine kleinere Bucht. Die Landspitze besteht beinahe ganz aus Alluvialbildungen und ist durch Landhebung und Sedimentation entstanden (WAHLROOS 1896, HÄYRÉN 1909, Karte bei KROGERUS 1932, S. 74).

Das Dünengebiet befindet sich auf der W-Küste der Landzunge innerhalb der Bucht, die von den Landspitzen Gräsoura und Långoura begrenzt wird. Es erstreckt sich 1 ½ km in der Hauptrichtung der Küste. Das Dünengebiet umfasst ein bis zu 300 m breites Flugsandfeld mit Erosionsmulden und kleinen Dünen und eine bis zu 20 m hohe Randdüne; die Leeböschung derselben fällt nach Wald und langgestreckten Lagunen hin ab. Im SE geht das Flugsandfeld in eine Marschwiese, im N in die niedrige Landenge, die die früheren Inseln Björnholm, Sandholm, Herranpäiväluoto und Gräsoura mit dem Festland verbindet, über. — Einige Kilometer südwestlich von der Bucht liegt eine Gruppe kleiner, zum Teil bewaldeter Inseln.

## a. Das Flugsandfeld.

Auf der 10—12 m breiten *Saline*, die stellenweise Sandalgen aufweist, bilden *Fucus*, Grünalgenfäden, Stücke von Rotalgen und *Potamogeton* kurze, zum Wassersaum parallele, übersandete Bänke, in denen sich auch Schalen von *Tellina baltica* und *Mytilus edulis* finden. Die Bänke sind mit *Honckenya peploides* III, 6, *Elymus arenarius* III, *Agrostis stolonifera* 1, *Puccinellia retroflexa* 1, *Carex Goodenowii* I und *Polygonum heterophyllum* v. *litorale* 1 bewachsen.

Im NW-Abschnitt der 10—40 m breiten *Suprasaline* tritt dünenbildender *Elymus arenarius* III und *Honckenya peploides* III, 6 auf. Im S-Teil der Suprasaline dominiert *Honckenya peploides*; die Pflanze hat hier Dünen gebaut, die landeinwärts immer zahlreicher und höher werden. An der Grenze zum Supralitoral kommt eine gut ausgebildete *Honckenya*-Düne vor, die sich ungef. von der Landspitze Långoura ca. 400 m nach N erstreckt; ihre Breite ist 20 m, die Höhe 1 m (LEMBERG 1933, Abb. 1). Die Düne, in der die Dichtigkeit des Krautes VI, 8 ist und in welcher grosse Mengen von *Honckenya*-Keimlingen auftreten, geht im N sukzessiv in eine *Elymus arenarius*-Düne über.

Die Marschwiese neben Långoura erstreckt sich in Form einer schmalen Zunge in den südlichsten Teil des Flugsandfeldes hinein. Diese Partie, die eingesandet ist, weist teils feuchte, teils trockene Flächen auf. Die feuchten Flächen sind mit Sandalgen, *Agrostis stolonifera*, *Calamagrostis neglecta*, *Puccinellia retroflexa*, *Festuca rubra*, *F. rubra* v. *arenaria*, *Elymus arenarius*, *Scirpus uniglumis*, *Carex Goodenowii*, *Juncus balticus*, *J. filiformis*, *J. lampocarpus*, *J. Gerardi*, *Honckenya peploides*, *Potentilla anserina* und *Plantago maritima* bewachsen. Die Pflanzen haben kleine Dünen gebaut, die infolge Sandmangels landeinwärts an Höhe abnehmen. Gegen das Zentrum der Bucht hin ist der Boden meist schon eingesandet, hie und da treten kleine Flächen mit *Agrostis stolonifera*, *Calamagrostis neglecta*, *Carex Goodenowii* und *Festuca rubra* unter *F. rubra* v. *arenaria*, *Elymus arenarius* und *Honckenya peploides* auf.

Landeinwärts von der obenerwähnten *Honckenya*-Düne folgt eine 70—120 m breite *supralitorale* *Elymus arenarius*-Zone, die niedrige Dünen und flache kurze Erosionsmulden aufweist; an der Grenze zur folgenden Zone, der *Festuca*-Zone, sind die Mulden grösser und tiefer. Die Dünen sind von *Elymus arenarius* VI gebaut. Am Litoral, wo die Zufuhr von Flugsand recht gross ist, ist das Gras üppig und in Ausbreitung begriffen, hier kommen auch Keimpflanzen vor; landeinwärts steht es lichter und ist kümmernd, die Zufuhr von Flugsand ist gering und die Bodenoberfläche hart. *Festuca rubra* II, 7—8 und *F. rubra* v. *arenaria* II, 5 breiten sich hier auf Kosten von *Elymus arenarius* aus. Im *Elymetum* bildet *Honckenya peploides* VI, 8 die Feldschicht. — Die

150 m breite *Festuca*-Zone erstreckt sich im zentralen Abschnitt bis zur Randdüne, stellenweise kommen tiefe Erosionsmulden vor. Der Sand ist  $\pm$  unbeweglich. Dominierend ist *Festuca rubra* 7 unter *F. rubra* v. *arenaria* IV, 7, *Honckenya peploides* VI, 8 (auch Keimpflanzen) und *Elymus arenarius* III—II. *Elymus*, der sonst steril und kümmernd ist, wird im beweglichen Flugsand der Mündungen von Erosionsmulden hoch und üppig (LEMBERG 1933, Abb. 4). Weiter landeinwärts kommen *Rumex acetosella* 4—5, *Achillea millefolium* III, 7, *Tanacetum vulgare* 1—2, *Leontodon autumnalis* 1—4 und *Juniperus communis* 1 vor. — Die *Festuca*-Zone erstreckt sich im S bis zur obenerwähnten Marschwiese, von der sie mit einer 1 m hohen Steilböschung aufsteigt. Die Vegetation ist hier ungef. dieselbe wie in der *Festuca*-Zone überhaupt, doch kommt hier dünenbildendes *Empetrum nigrum* in recht grossen Mengen vor; als Relikte finden sich *Agrostis stolonifera* und *Carex Goodenowii*, die Dünen erzeugt haben; die letzterwähnte Art hat 5 m lange und 40 cm hohe Dünen gebaut.

Die W-Partie des Supralitorals wird von einer 20—25 m breiten *Elymus arenarius*-Zone (Dichtigkeit V—VI) gebildet, wo die Sandzufuhr recht gross ist; längs der Grenze am Litoral entlang läuft eine von *Elymus arenarius* gebaute Transversaldüne. Landeinwärts ist der Sand kaum beweglich; er ist mit hinsiechendem, sogar totem *Elymus arenarius* IV—V, *Festuca rubra* 2, *Honckenya peploides* V, 7 und *Rumex acetosella* 5 bewachsen, hie und da kommen Sandkuchen vor. Die meisten *Elymus*-Individuen sind mit *Ustilago hypodytes* infiziert.

**Die Erosionsmulden.** Einige Mulden sind klein, ihr Boden ist gewöhnlich trocken, andere sind gross; die grösste ist  $100 \times 250$  m, die Tiefe  $1\frac{3}{4}$  m, ihr Boden ist stellenweise feucht (Abb. 7). Diese Mulde zeigt folgende Verhältnisse: Die tieferen feuchten Partien sind mit Sandalgen, *Agrostis stolonifera* 2, *Elymus arenarius* I, *Carex Goodenowii* II, *Juncus bufonius* 3, *J. lampocarpus* 3, *Equisetum arvense* 6, kümmernd, stellenweise verwelkt, und *Honckenya peploides* I bewachsen. — Auf den höheren, aber feuchten Abschnitten kommen folgende Pflanzen vor: Sandalgen, *Bryum* sp., *Polytrichum juniperinum* II, *Agrostis stolonifera* 5—6, *Festuca rubra* 6—7, *F. rubra* v. *arenaria* 1, *Carex Goodenowii* V, *Juncus lampocarpus* 3, *J. balticus* VI, *Luzula multiflora* 1, *Equisetum arvense* 5, *Honckenya peploides* I, *Rumex acetosella* 4, *Leontodon autumnalis* 1 und Jungpflanzen von *Salix phylicifolia* 1. — Der zentrale Teil bildet einen trockenen Flugsandschild; hier wachsen *Polytrichum juniperinum* II welkend, *Agrostis stolonifera* 1, *Festuca rubra* 7, *F. rubra* v. *arenaria* 3, *Elymus arenarius* I, *Carex Goodenowii* I, *Juncus balticus* II, *Equisetum arvense* 6, *Honckenya peploides* VI, *Leontodon autumnalis* 6, Jungpflanzen von *Pinus silvestris* 1, *Betula verrucosa* 3 und *Alnus incana* 1.

Am Fuss der Randdüne breitet sich ganz am Rande der obengeschilderten Senke eine baumbewachsene schildähnliche Düne aus. Hier kommen einige



Exemplare junger Kiefern, Wacholder, niedrige *Salix phylicifolia*, *Salix repens*. ca. 10 baumartige, 12 m hohe *Betula verrucosa*- und *Alnus incana*-Exx. vor, von den letzteren auch Sträucher und Jungpflanzen. Im tiefen Sand der peripheren Teile wachsen *Festuca rubra* 6, *F. rubra* v. *arenaria* 3, *Agropyron repens* 6, *Elymus arenarius* VI, *Equisetum arvense* 6, *Honckenya peploides* VI und *Hieracium umbellatum* 5. Unter den Bäumen ist die Oberfläche der Düne hart und der Sand unbeweglich. Hier kommen *Agrostis tenuis* 4, *Festuca rubra* 6, *F. rubra* v. *arenaria* 5, *Deschampsia flexuosa* V, *Rumex acetosella* 5, *Stellaria graminea* 4, *Vicia cracca* 1, *Tanacetum vulgare* 1 und *Leontodon autumnalis* 1 vor.

Am N-Rand der obengeschilderten Senke findet sich eine 20 m breite, plateauähnliche *Equisetum arvense*-Düne von dreieckiger Form. Die W-Seite fällt mit einem ca. 2 m hohen Steilhang nach der Senke hin ab; die E-Seite der Düne ist mit der *Festuca*-Zone vereinigt. Auf dem grössten Teil der Düne dominiert *Equisetum arvense* 8; an der Grenze zur *Festuca*-Zone wachsen *Equisetum arvense*, beinahe übersandet, *Festuca rubra* 6, *F. rubra* v. *arenaria* 5, *Carex Goodenowii* I, *Juncus balticus* I, *Rumex acetosella* 4 und *Honckenya peploides* II. Die W-Spitze der Düne führt dünenbildenden *Elymus arenarius* VI und *Honckenya peploides* V. — Auf einigen Stellen der Dünenböschung ist *Equisetum arvense* hinabgewandert und hat den Boden der Erosionsmulde erreicht und sich auf demselben 3—4 m ausgebreitet; die Pflanze hat hier Flugsand gebunden.

8.

#### b. Die Randdüne.

Die Düne umschliesst bogenförmig das Flugsandfeld. Im Zentrum der Bucht erreicht sie die höchste Höhe, 20 m, und grösste Breite, 140 m. Die Leeböschung fällt steil nach den kleinen, von Laub- und Nadelwald umgebenen Lagunen und Sümpfen ab, die Flanken stossen auf trockenen Wald. Die Düne ist in ihrem mittleren Abschnitt mit Laubwald, auf den Flanken mit Kiefern bestanden. Auf der Windböschung fehlt die Feld- und Strauchschicht beinahe ganz, eine Folge der Beschädigung seitens der Ortsbevölkerung und der Winderosion. In den zentralen Teilen stehen dichte Gruppen von *Alnus incana*, einige *Betula verrucosa*- und *Pinus silvestris*-Exemplare. Die älteren Erlen sind tief eingesandet; unter den Bäumen kommen Sträucher und Jungpflanzen von Erlen und Birken vor. In den Gruppen, die in niedrigen Sandhügeln stehen, wachsen *Festuca rubra* 6, *Festuca rubra* v. *arenaria* 5 und *Elymus arenarius* VI. Zwischen den Gruppen treten stellenweise die obenerwähnten Gräser und *Honckenya peploides* auf. — Der Kamm der Düne ist im allgemeinen besser erhalten. Hier kommen Gruppen von baum- und strauchartiger *Alnus incana* vor, in denen auch *Betula verrucosa* und *Pinus silvestris* wachsen; stellenweise treten zwischen den Beständen alte Kiefern auf. Innerhalb der Gruppen wachsen *Festuca rubra*, *F. rubra* v. *arenaria* und *Elymus*

*arenarius*. Grosse weite Flächen zwischen den Bäumen sind mit *Elymus arenarius* VI, der langgestreckte Dünen am Kamm entlang gebaut hat, bewachsen. In den Dünen kommen auch *Festuca rubra* 6, *F. rubra* v. *arenaria* 1 und *Honckenya peploides* VI vor. Auf der Leeseite einiger Laubbaumbestände haben *Festuca rubra*, *Elymus arenarius* und *Honckenya peploides* Dünen gebaut, die auch *Rumex acetosella*, *Sedum acre*, *Galium verum*, *Pleurozium Schreberi*, *Dicranum scoparium* und Jungpflanzen von *Alnus incana* aufweisen. — Die steile Leeböschung der Düne ist mit Wald bewachsen, der aus *Betula verrucosa*, *Alnus incana*, *Picea abies* und *Pinus silvestris* besteht. Die Bodenvegetation ist stellenweise übersandet, indem sich schmale Sandzungen vom Kamm die Leeböschung hinab erstrecken. In den Sandzungen kommen *Elymus arenarius*, *Honckenya peploides*, *Equisetum arvense*, *Urtica dioica*, *Stellaria graminea*, *Rubus idaeus*, *Euphorbia esula* und *Solanum dulcamara* vor.

Der niedrige E-Abschnitt der Randdüne grenzt an mehrere mit Kiefern und *Empetrum nigrum* bewachsene kleine Dünen. Der Abschnitt ist mit lichtigem, stellenweise offenem Kiefernwald, dessen Feldschicht aus Moosen und Flechten besteht, bestanden. Die Moose sind *Polytrichum piliferum* und *Rhacomitrium canescens*, von denen das erste feste Matten, das zweite kleine Polster bildet; zwischen den Polstern treten *Cladonia rangiferina*, *C. sylvatica*, *Festuca rubra* und *Honckenya peploides* auf. In den *Festuca*-Beständen finden sich junge Kiefern. Die Oberfläche des Endabschnittes ist mit den obenerwähnten Moosen und Flechten überzogen, hie und da erscheinen Flecke, in denen Sandkuchen vorkommen; aus der Kryptogamendecke erheben sich junge Kiefern verschiedenen Alters.

Auf der Meeresseite des E-Abschnittes der Wanderdüne steht ein *Betula verrucosa*-Wald, aus alten hohen Bäumen zusammengesetzt, die bis zu 1 m Höhe eingesandet sind. Im Flugsande wachsen *Festuca rubra*, *F. rubra* v. *arenaria*, *Elymus arenarius*, *Rumex acetosella* und *Honckenya peploides*.

### c. Die Landenge zwischen den ehemaligen Inseln.

Der NE- und N-Teil der Landenge ist mit Wiesen, der übrige Teil mit einem Flugsandfeld bedeckt; die Landenge erstreckt sich ungef. von der Bucht von Ytterö im S bis zum Meere im N.

Die Saline des N-Ufers ist eben und ausgedehnt. Ausser Sandalgen kommen hier *Elymus arenarius* I, auch Samenpflanzen, und *Honckenya peploides* I vor.

Auf der Suprasaline hat *Elymus arenarius* Dünen gebaut. In diesen wachsen *Elymus* V; in einigen treten *Festuca rubra* 6 und *F. rubra* v. *arenaria* 4 auf. An dem Grenzabschnitt gegen Sandholm sind die *Elymus arenarius*-Dünen bis zu 4 m hoch; sie sind im Zerfall begriffen. In den Dünen wachsen

*Festuca rubra* 6, *F. rubra* v. *arenaria* 6 und *Achillea millefolium* 2. — Im NW-Teil des Flugsandfeldes liegt im Schutze des Waldes auf Björnholm eine 5—6 m lange und  $\frac{1}{2}$  m hohe *Calamagrostis epigejos*-Düne. Das Gras, Dichtigkeit VI—VII, war fertil; in der Düne kommen *Elymus arenarius* I, *Festuca rubra* 1 und *F. rubra* v. *arenaria* 1 vor. In der Grenzpartie der Düne nach dem Walde zu tritt *Agropyron repens* 7 in einer schmalen Zone auf. Auch anderswo in der Nähe des Waldes hat *Calamagrostis epigejos* niedrige Dünen erzeugt und wächst auf Sandzungen, die sich in den Wald erstrecken.

In der Nähe des S-Ufers steht eine Reihe strauchähnlicher *Alnus glutinosa*-Individuen, die sich ca. 200 m auf dem Flugsandfeld erstreckt; die Sträucher, die Flugsand eingefangen haben, haben früher am Rande eines kleinen Sees gestanden (HÄYRÉN 1909, S. 37), der 1926 verschwunden war. Einige *Alnus*-Individuen kommen hie und da isoliert auf dem Flugsandfeld vor.

Gegen SW wird das Flugsandfeld von einem bewaldeten Hügel, der ehemaligen Insel Herranpäiväluoto, begrenzt. Der dem Sandfeld am nächsten gelegene Teil des Waldes, der hier von einem parallel zum Waldrand fließenden Bach durchzogen ist, besteht aus *Alnus glutinosa*, *Betula verrucosa*, *Picea abies*, *Pinus silvestris* und *Juniperus communis*. Die Bäume des Waldrandes haben eine 4—5 m hohe langgestreckte Düne, die steil gegen den Bach abfällt, gebaut. Der S-Teil der Düne, der mit Wacholder bewachsen ist, ist in Zerfall begriffen und einige der Sträucher sind abgestorben. Der Boden der besser erhaltenen 2—3 m hohen *Juniperus*-Dünen ist mit *Equisetum arvense*, *Festuca rubra*, *F. rubra* v. *arenaria*, *Achillea millefolium*, *Leontodon autumnalis* und *Hieracium umbellatum* v. *dunense* bewachsen. Auf dem mit *Alnus* usw. bestandenen übrigen Teil der Düne kommen *Festuca rubra*, *F. rubra* v. *arenaria*, *Sedum acre* und in grossen Matten *Dicranum undulatum* vor.

## B. Das supramarine Dünengebiet von Yxpila (Ykspihlaja). 1926.

63° 51' n. Br.

Ca. 4 km westl. der Stadt Gamla Karleby liegt das Hafengebiet Yxpila, das gewisse Teile eines Flugsandfeldes und einige bewaldete Dünen umfasst. Durch eine der bewaldeten Dünen führt die Eisenbahnlinie Gamla Karleby-Yxpila.

### a. Das Flugsandfeld.

Die unbebaute Partie des Feldes breitet sich zwischen dem Hafengebiet im W, der obenerwähnten Düne im NE und der Chaussee zwischen der Stadt und dem Hafen im SW aus; ihr Areal beträgt 2 ha. — Der SW-Abschnitt des Flugsandfeldes bildet eine grosse Deflationsmulde, die gegen S- und SW-Winde durch Gebäude und Zäune geschützt ist. Tiefere und feuchte Senken

wechseln hier mit höheren und trockneren Partiën. — 1. Die feuchten Senken sind mit *Polytrichum juniperinum*, *Carex Goodenowii* I, *C. aquatilis* I, *Juncus balticus* V, *Rumex acetosella* 6, einigen Jungpflanzen von *Pinus silvestris*, Jungpflanzen, kleinen Sträuchern und einigen Bäumen von *Alnus incana*, einigen *Salix phylicifolia*-Sträuchern und *Empetrum nigrum* in kleinen Matten bewachsen. — 2. In mit Flugsand gefüllten trockenen Senken kommen *Polytrichum piliferum*, *Deschampsia flexuosa* V, *Elymus arenarius* V, *Carex Goodenowii* V, *Juncus balticus* V, *Rumex acetosella* 6, *Honckenya peploides* I, kleine Matten von *Salix repens* I und *Arctostaphylos uva ursi* I, einige niedrige strauch- und baumartige *Pinus silvestris*- und *Alnus incana*-Exemplare vor. — 3. Schildähnliche Dünen, 40—50 cm hoch, 3—4 m im Durchmesser, die von *Juncus balticus* und *Salix repens* gebaut sind (Abb. 8). In jungen Dünen der ersten Pflanze wachsen *Juncus balticus* VI, *Deschampsia flexuosa* IV, *Rumex acetosella* 4, in älteren Dünen *Juncus balticus* VI, *Deschampsia flexuosa* VI, *Achillea millefolium* 6, *Hieracium umbellatum* 1, *Ceratodon purpureus*, *Pleurozium Schreberi*, oder in anderen Fällen *Juncus balticus* VII, *Rhacomitrium canescens* VI und *Ceratodon purpureus* VI in kleinen Matten, in denen *Polytrichum piliferum* auftritt; zwischen und auf den Moosen kommen *Cladonia sylvatica*, *Stereocaulon paschale* und *Cetraria islandica* vor. — In den *Salix repens*-Dünen erscheinen *Deschampsia flexuosa* V, *Festuca rubra* 4, *Achillea millefolium* 4 und Jungpflanzen von *Pinus silvestris* I; in den Rändern wachsen einige *Juncus balticus*- und *Rumex acetosella*-Exemplare.

Der übrige Teil des Flugsandfeldes weist in seinen zentralen Partien einige *Elymus arenarius*-Dünen, in den N-Partien in der Nähe der bewaldeten Düne eine Anzahl *Deschampsia flexuosa*-Dünen auf. Die *Elymus*-Dünen werden gegen W- und SW-Winde durch Bäume geschützt; sie sind nur 30—50 cm hoch. Einige von ihnen sind mit *Elymus arenarius* VI, *Deschampsia flexuosa* VI, *Rumex acetosella* 5, *Stellaria graminea* 5, *S. longifolia* 5 und *Achillea millefolium* 5 bewachsen. Die Sandoberfläche ist mit *Rhacomitrium canescens* überzogen; in anderen Fällen ist die Oberfläche mit *Rhacomitrium canescens*, *Stereocaulon paschale*, *Cetraria islandica* und Sandkuchen bedeckt, die mit *Ceratodon purpureus* und Flechtenthalli bewachsen sind. Die obenerwähnten *Deschampsia flexuosa*-Dünen sind recht zahlreich in der Nähe der *Elymus*-Zone (Dichtigkeit VI), nach der Randdüne zu wird die Dichtigkeit allmählich I.

#### b. Die Randdüne.

Die Randdüne Tervakangas, welche von der Eisenbahnlinie durchschnitten wird, erreicht eine Höhe von 15 m und eine Länge von ca. 300 m; die Düne ist stellenweise bebaut. Der Kamm und die Leeböschung sind mit verschieden-altrigem Kiefernwald bewachsen, die Windböschung, die gegen das Flugsand-



feld abfällt, ist baumlos. Die frühere Feldschicht ist verschwunden und der Sand mit *Elymus arenarius*, der licht stehende Dünen gebaut hat, bewachsen; zwischen den Dünen treten einige *Elymus arenarius*-, *Deschampsia flexuosa*- und *Rubus idaeus*-Individuen auf. In den Dünen kommen Jungpflanzen von *Pinus silvestris* und einige Exemplare von *Deschampsia flexuosa*, *Rumex acetosella*, *Rubus idaeus* und *Polytrichum juniperinum* vor. -- In einer Sandgrube in der Böschung wachsen *Elymus arenarius*, *Deschampsia flexuosa*, *Rumex acetosella*, *Hieracium umbellatum* und *Arctostaphylus uva ursi*. — In der Nähe des Eisenbahneinschnittes ist die Feldschicht auf dem Dünenkamm übersandet und die Sandoberfläche mit *Elymus arenarius* und *Deschampsia flexuosa* bewachsen. Auf einer Partie des Kammes ist eine lange, ungef. 3 m hohe Düne sekundär entstanden, deren Längsrichtung mit der des Kammes zusammenfällt. Die Windböschung der Düne ist mit einer fast kompakten Matte von *Arctostaphylus uva ursi* überzogen, auf dem Kamm wachsen *Elymus arenarius* V und *Rumex acetosella* 5, auf der Leeböschung *Deschampsia flexuosa* VI, *Festuca rubra* 5, *Achillea millefolium* 2 und *Hieracium umbellatum* 2. — Der südöstl. des Einschnittes gelegene Teil der Randdüne ist teilweise bebaut. Weite Flächen auf der Windböschung sind mit *Deschampsia flexuosa* VI bewachsen, wo auch *Elymus arenarius* II und *Rumex acetosella* 2 auftreten; stellenweise kommen Matten von *Arctostaphylus uva ursi* vor.

### C. Das Dünengebiet im Kirchspiel Lohtaja. 1926.

64° 3' n. Br.

Die Landzunge Vattaja, die im Kirchspiel Lohtaja (Lochteå) liegt, hat eine Länge von 5 km. An der W-Seite zieht sich eine Reihe von Lagunen in verschiedenen Entwicklungsstadien entlang, die vom Meere durch stattliche Dünen, vor welchen sich Flugsandfelder bis zum Meeressaum ausdehnen, getrennt sind. — Dieses 3 km lange Dünengebiet, das der W-Küste folgt, beginnt bei der Landspitze Kalso und erstreckt sich in N—S-Richtung bis zur Bucht Lahdenkrooppi (Karte bei KROGERUS 1932, S. 77). Es stellt ein weites Flugsandfeld und eine hohe Wanderdüne dar; auf dem Flugsandfeld ist ein grosser Erosionsrest stehen geblieben.

#### a. Das Flugsandfeld.

Die *S a l i n e* ist 20—25 m breit. Der Grus ist mit Flugsand gemischt; hie und da kommen Sandalgen vor.

Die *S u p r a s a l i n e*, die 200—250 m breit ist, umschliesst landeinwärts den Erosionsrest und eine lange zum Wassersaum parallel verlaufende *Alnus incana*-Düne. Die Vegetation bildet verschiedene Zonen. — 1. Ein 20—25 m

breiter, fast steriler Gürtel weist Grus und Steine auf, die mit etwas Flugsand gemischt sind; hier wachsen *Elymus arenarius* I und *Honckenya peploides* I. — 2. Eine 30—100 m breite *Agrostis stolonifera*-*Calamagrostis neglecta*-Zone, die *Elymus arenarius* zu erobern im Begriff ist. Die ursprüngliche Vegetation tritt in unregelmässig geformten kleinen Flecken auf, deren grober Sand mit Gytja und Flugsand gemischt ist, und die voneinander durch kleinere *Elymus*-Dünen isoliert sind. In einigen Flecken wachsen *Calamagrostis neglecta* VI, in anderen *Calamagrostis neglecta* I—II und *Juncus balticus* I—II oder *Agrostis stolonifera* 6, *Poa compressa* 1, *Festuca rubra* 7, *F. rubra* v. *arenaria* 1, *Elymus arenarius* I, *Honckenya peploides* I, 6, *Rumex acetosella* 6, *Tanacetum vulgare* 1 und *Leontodon autumnalis* 1. — An der Saline kommen *Elymus arenarius*-Dünen vor, zahlreich sind die Dünen im N-Abschnitt der Zone, auch zwischen den Flecken treten solche auf. In den Dünen kommen entweder *Elymus arenarius* VI, *Festuca rubra* I und *F. rubra* v. *arenaria* 1 oder nur *Elymus* vor. — 3. Eine 60—80 m breite *Festuca rubra*-*Juncus balticus*-Zone, in welcher die Flugsandmenge recht gross ist und die ursprünglichen Flecke entsprechend kleiner sind. Diese sind mit *Agrostis stolonifera* 6—7, *Carex Goodenowii* IV, *Juncus balticus* II—III, *Salix repens* 3, *Rumex acetosella* 3, *Silene maritima* 1, *Achillea millefolium* 1 und *Leontodon autumnalis* 1 bewachsen. In den mit Flugsand bedeckten Teilen der Zone kommen *Festuca rubra* 6, *F. rubra* v. *arenaria* 5, *Elymus arenarius* II—III, *Carex Goodenowii* II, *Juncus balticus* IV, *Rumex acetosella* III, 6 und *Honckenya peploides* 1 vor (Abb. 9). — 4. Der nördliche und der zentrale Abschnitt des Gürtels grenzt landeinwärts an das Supralitoral, der südliche Abschnitt geht in eine *Salix repens*-Zone über. Diese befindet sich auf einer ehemaligen, jetzt eingesandeten Marschwiese, die sich, von der Umgebung der Bucht Lahdenkrooppi ausgehend, in der Richtung S—N parallel zu den Zonen 1—3 erstreckt. Die Zone, die 500 m lang und 70—25 m breit ist, ist mit dichtstehenden, bis zu 1 m hohen und 3 m breiten *Salix repens*-Dünen besetzt. In einigen Dünen kommen wenige Exemplare von *Festuca rubra*, *F. rubra* v. *arenaria*, *Elymus arenarius* und *Rumex acetosella* vor. Im tiefen Sande zwischen den Dünen treten die obenerwähnten Pflanzen sowie *Carex Goodenowii* I und *Juncus balticus* I auf. — 5. Die Zone 4 grenzt unmittelbar an einen *Alnus incana*-Gürtel, der an der Bucht Lahdenkrooppi anfängt und sich über 500 m in SSW—NNE-Richtung erstreckt. Die 6—8 m hohen Erlenbäume, die in kleinen Gruppen mit 4—6 m Abstand stehen, haben Flugsand eingefangen; der südlichste, 25—30 m breite Abschnitt des Gürtels besteht aus isolierten Dünen, der übrige Teil aus einer bis zu 70 m breiten und 3 m hohen Transversaldüne. Der S-Teil der Düne umschliesst eine längliche, eingesandete Senke (eine ehemalige Lagune), die mit *Festuca rubra* 5 und *Elymus arenarius* III bewachsen ist. Auf der Windböschung und dem Kamme der Düne kommen *Agrostis stolonifera*, *Calamagrostis*

*neglecta*, *Festuca rubra*, *F. rubra* v. *arenaria*, *Elymus arenarius*, *Rumex acetosella* und *Leontodon autumnalis* vor; innerhalb der Baumgruppen treten dieselben Pflanzen mit grösserer Dichtigkeit (6) auf. — Ca. 500 m nördlich der *Alnus*-Düne befindet sich eine 7 m hohe mit *Alnus incana* bewachsene Düne, die eine Deflationszeuge darstellt (LEMBERG 1934 b, Abb. 3). Ein Teil der Bäume ist eingegangen; die Sandoberfläche ist mit *Calamagrostis neglecta*, *Festuca rubra*, *F. rubra* v. *arenaria*, *Elymus arenarius* und *Rumex acetosella* bewachsen.

Das 450 m breite *Supralitoral* erstreckt sich landeinwärts bis zur Randdüne. Die südliche Partie befindet sich zwischen der litoralen Zone 5 im W und dem S-Abschnitt der Randdüne im E, die zentrale und die nördliche Partie berühren im W den Deflationsrest und die Zone 4. — Der an die Zone 5 grenzende Abschnitt besteht aus einer eingesandeten Marschwiese mit *Polytrichum juniperinum* I, *Festuca rubra* 6, *F. rubra* v. *arenaria* 6, *Elymus arenarius* I, *Carex Goodenowii* I—III, *Juncus balticus* I, *Rumex acetosella* 6, *Honckenya peploides* I, *Silene maritima* 2, *Empetrum nigrum* II, *Leontodon autumnalis* 1, Jungpflanzen von *Alnus incana* 1 und *Salix phylicifolia* 1. Besonders hat *Empetrum* Dünen gebaut (LEMBERG 1933, Abb. 10; links die *Alnus*-Düne, Zone 5). Der übrige Teil dieser Partie stellt eine Deflationsfläche mit wenig Flugsand dar, auf der *Polytrichum juniperinum* I, *Festuca rubra* 1—2, *Elymus arenarius* I, *Rumex acetosella* 2, *Honckenya peploides* I, *Silene maritima* 1 und *Campanula rotundifolia* 1 wachsen. — Die zentrale und nördliche Partie war früher mit Wald bewachsen, wovon noch verwitterte Baumstümpfe zeugen; jetzt tritt Flugsand nur fleckenweise auf, der Boden besteht aus Grus. Hier wachsen *Festuca rubra* 1, *Elymus arenarius* I, *Rumex acetosella* 1 und *Honckenya peploides* I; die Pflanzen haben Flugsand eingefangen.

#### b. Die Randdüne.

Der nördliche Abschnitt der ca. 4 km langen Düne, die im S am See Uusi-lahti beginnt und im N bis Kalso reicht, heisst Laakainperänpakka, der zentrale und südliche Abschnitt Kommelipakka. Die Düne, die bis zu 20 m hoch ist, trennt eine Reihe ehemaliger Lagunen vom Meere ab; ihr Abstand von diesem ist 800—1000 m. Die Düne befindet sich in Bewegung nach E.

a. *K o m m e l i p a k k a*. Der südlichste Teil der Düne, der an das *Supralitoral* grenzt, ist sehr niedrig. Die Windböschung hat sich mit einigen 2 m hohen, von *Festuca rubra* 7—8 gebauten Dünenterrassen vereinigt; in den Terrassen wachsen ausser *Festuca* auch *Elymus arenarius* V, *Rumex acetosella* 5—6, *Stellaria longifolia* 1 und *Silene maritima* 1. — Der niedrige und schmale Dünenabschnitt ist mit *Pinus silvestris*, *Alnus incana* und *Betula verrucosa* bestanden, die nur wenig eingesandet sind; stellenweise kommt *Juniperus*

*communis* in grossen Beständen vor. Die Feldschicht besteht aus *Festuca rubra* 6, *Elymus arenarius* I und *Empetrum nigrum*; auf dem Kamme und der beinahe baumlosen Windböschung hat *Empetrum*, welches in ausgedehnten Matten erscheint, niedrige plateauartige Dünen erzeugt, in denen die obenerwähnten Gräser und einige *Vaccinium uliginosum*-Exemplare auftreten. — Der Hauptteil der Kommelipakka-Düne erhebt sich über den S-Abschnitt mit einem hohen Steilhang (Abb. 10). Dieser Dünenabschnitt enthält einen verandeten Wald, wo die Baumkronen sich teilweise über die Dünenoberfläche erheben. Der Wald besteht hauptsächlich aus *Alnus incana* (dominierend) nebst *Betula verrucosa* und *Prunus padus*; hie und da kommen einige *Pinus silvestris*- und *Picea abies*-Individuen vor. Die Kronen der Laubbäume bilden umfangreiche (bis zu 20 m im Durchschnitt) Gebüsche auf der Sandoberfläche, in denen *Calamagrostis neglecta*, *Festuca rubra*, *F. rubra* v. *arenaria*, *Rumex acetosella*, *Stellaria longifolia*, *Silene maritima*, *Honckenya peploides* und *Rubus idaeus* wachsen. Im offenen Sande zwischen den Gebüschen kommen nur einige Exemplare von *Festuca rubra*, *Elymus arenarius* und *Rumex acetosella* vor. Diese Pflanzen wachsen auf der Windböschung und dem Kamme der Düne; stellenweise hat sich *Elymus arenarius* auf der Leeböschung ausgebreitet.

b. *Laakainperänpakka*. Dieser Dünenabschnitt ist niedriger als der vorige. Die Bäume sind hier dieselben wie auf Kommelipakka und stehen licht. Eine Menge Baumstümpfe erhebt sich aus dem Dünensande. Die Windböschung und weite Flächen des Kammes sind baumlos. Die Feldschicht auf dem Kamme und der Luvseite besteht aus einigen *Festuca rubra*-, *Elymus arenarius*-, *Rumex acetosella*- und *Honckenya peploides*-Individuen. Auf der Leeböschung wachsen *Agrostis stolonifera* I, 6, *Festuca rubra* I, 5—6, *Elymus arenarius* I—III, *Rumex acetosella* 1 und *Honckenya peploides* I.

Die Leeböschung der zentralen Partie der Laakainperänpakka-Düne fällt nach einem offenen Bruchmoor, einer ehemaligen Lagune hin ab (LEMBERG 1934 b, Abb. 5), von der noch einige Relikte erhalten sind. Die an die Düne grenzende Partie des Moores ist eingesandet (bis zu 70 m landeinwärts); aus dem Sande schiessen *Carex elata*, *C. limosa*, *Eriophorum polystachyum* und *Equisetum fluviatile* hervor. Hier treten auch *Juncus balticus* VI und *Agrostis stolonifera* 5 auf, die eine lange schmale Düne gebaut haben. *Juncus balticus* folgt dem Flugsande 25—30 m in das Moor hinein, bis der Boden allzu nass wird.



## D. Das Dünengebiet im Kirchspiel Kalajoki. 1926.

64° 15' n. Br.

Das Dünengebiet läuft von der die Bucht Keihäslahti umgebenden Marschwiese an der kleinen bewaldeten Landspitze Keskusniemi vorbei; die Länge des Gebietes ist 2 ½ km (Karte bei KROGERUS 1932, S. 81). Es umfasst ein Flugsandfeld, das landeinwärts steil ansteigt, und drei hohe Dünen, die beiden Tuomipakka-Dünen und die Tahkokorvanpakka-Düne, die früher zusammenhingen.

## a. Das Flugsandfeld.

Der Sand der 5—10 m breiten *Saline* ist grob, mit kleinen Steinen und Flugsand gemischt. Stellenweise kommen Feldsteine vor, die kurze Landspitzen im Wasser bilden. Im SW-Teil ist der Sand mit Gytja gemischt; hier kommen Sandalgen, *Agrostis stolonifera*, *Scirpus acicularis*, *Juncus bufonius* und *Potentilla anserina* vor. Von diesen wächst *Agrostis stolonifera* auch in anderen Teilen der Saline.

Die 10—15 m breite *Suprasaline* weist grössere Mengen Flugsand auf Grus und Steinen auf. Hier wachsen *Elymus arenarius* I und *Honckeya peploides* I. Der Gürtel hört bei einem  $\frac{3}{4}$ —2 m hohen landeinwärts gelegenen Steilhang auf.

Das *Supralitoral* zerfällt in 3 Abschnitte: den S-Abschnitt zwischen der Suprasaline und der südlichen Tuomipakka-Düne, den mittleren Abschnitt zwischen der Suprasaline und der nördlichen Tuomipakka-Düne, den nördlichen Abschnitt, der den übrigen Teil des Flugsandfeldes bis zur Tahkokorvanpakka-Düne im E umfasst. — 1. Die Breite des Abschnittes ist 25—30 m. Der Grus ist hier in der Regel mit Flugsand bedeckt. An der Grenze zur Suprasaline wachsen *Festuca ovina* VI, *Elymus arenarius* I, *Honckeya peploides* I, 6 und *Empetrum nigrum* I; die Pflanzen haben kleine Dünen gebaut. Weiter landeinwärts treten bis zu 1 m hohe, von *Festuca ovina* VI erzeugte Dünen-schilder auf, von denen die grössten 10—12 m im Durchmesser sind. Hier wachsen *Rumex acetosella* 1 und *Hieracium umbellatum* v. *dunense* 1. Zwischen den Dünen kommen *Deschampsia flexuosa* VI, *Festuca ovina* V, *Empetrum nigrum* I—II, *Rumex acetosella* 1 und *Hieracium umbellatum* v. *dunense* 1 vor. Von diesen Pflanzen hat *Empetrum nigrum* niedrige kuppelähnliche Dünen gebaut, in denen *Festuca ovina* VI, *Deschampsia flexuosa* I, *Rumex acetosella* 1 und *Vaccinium uliginosum* I auftreten. — 2. Die Breite des Abschnittes ist 30—35 m. Die Grenzpartie am Litoral ist mit *Elymus arenarius* I—II bewachsen, der eine schmale und niedrige Düne parallel zum Litoral gebaut hat. Landeinwärts ist der Boden mit Grus und kleinen Steinen bedeckt; hier treten

*Festuca ovina* I, *Rumex acetosella* 1 und *Honckenya peploides* I auf. — 3. Die Breite des Abschnittes ist ca. 200 m. Mit Ausnahme der an die Marschwiese bei der Bucht Keihäslahti grenzenden Partie, die grössere Mengen Flugsand aufweist, besteht das Flugsandfeld aus einer mit Moräne bedeckten Fläche, mit lichten *Polytrichum juniperinum* I, *Festuca ovina* I—II, *Elymus arenarius* I, *Rumex acetosella* 1 und *Honckenya peploides* I. Die Pflanzen haben kleine Mengen Flugsand gebunden. — Der nördlichste Teil des Supralitorals an der Bucht Keihäslahti ist mit *Empetrum nigrum*, das niedrige schildähnliche Dünen von 5—10 m Durchmesser erzeugt hat, bewachsen. In den Dünen treten *Festuca ovina* VII, *F. rubra* 3 und *Elymus arenarius* I auf. Am Rande einer Düne kommt *Lathyrus maritimus* in einigen Individuen vor.

#### b. Die Randdünen.

Die Randdünen haben früher eine einzige Düne ganz nahe am Meere gebildet. Diese Düne ist heute in drei Abschnitte zerfallen. Die beiden Tuomipakka-Dünen liegen in derselben Richtung hintereinander, nur durch ein 80—90 m breites Tor mit einem Erosionsrest getrennt; der nördliche Abschnitt ist ungef. 200 m landeinwärts gewandert. — 1. Die südliche Tuomipakka-Düne ist ca. 500 m lang und 10 m hoch. Sie ist mit Kiefernwald bewachsen, der mit *Picea abies*, *Juniperus communis*, *Betula verrucosa*, *Alnus incana*, *Sorbus aucuparia* und *Prunus padus* vermischt ist. Die Nadelbäume sind im allgemeinen sekundär auf der Düne gewachsen, die Laubbäume dagegen primär und bis auf die Kronen eingesandet. Die ursprüngliche Feldschicht ist nur im nördlichsten Teil der Düne zerstört. Auf der Windseite, die hier baumlos ist, wachsen *Festuca ovina* V—VI in horizontalen Reihen, in denen *Deschampsia flexuosa*, *Poa pratensis*, *Rumex acetosella*, *Stellaria graminea* und *Hieracium umbellatum* v. *dunense* vorkommen. Auf dem Kamme treten *Calamagrostis epigejos* 6, *Festuca rubra* 6, *Deschampsia flexuosa* 6 und *Stellaria graminea* 1 auf, die in dem Zweigwerk von *Empetrum nigrum* II wachsen. Auf dem Kamme treten zwischen den Bäumen isolierte Matten von *Vaccinium vitis idaea*, *Arctostaphylos uva ursi* und *Empetrum nigrum* auf; im offenen Sande ausserhalb der Matten kommen einige Individuen von *Festuca rubra*, *Deschampsia flexuosa*, *Elymus arenarius* und *Stellaria graminea* vor. Die Leeböschung dieses nördlichen Teiles ist mit *Juniperus communis* und jungem *Pinus silvestris* bewachsen; im offenen Sande treten *Calamagrostis epigejos*, *Poa pratensis*, *Elymus arenarius* und *Stellaria graminea* in wenigen Exemplaren auf.

2. Die nördliche Tuomipakka-Düne hat eine Länge von ungef. 100 m und eine Höhe von 10 m; die Windseite und der Kamm sind stark erodiert. Die Vegetation ist fast dieselbe wie auf der südlichen Düne. Es kommen jedoch nur wenig *Prunus padus*-Exemplare vor, andere Laubbäume tre-

ten nicht auf. Die Windböschung, die fast keine Bäume trägt, ist mit *Festuca ovina* V—VI, zu horizontalen Reihen angeordnet, bewachsen (LEMBERG 1933, Abb. 13). In den Rasen treten *Deschampsia flexuosa* V, *Rumex acetosella* 1, *Hieracium umbellatum* v. *dunense* 1 und *Polytrichum juniperinum* 1 auf; stellenweise ist das Moos in den offenen Sand eingedrungen, wo es mit Sand und Sandkuchen, in denen Flechtenthalli wachsen, bedeckt worden ist. — In dem Tor zwischen den beiden Tuomipakka-Dünen steht der Erosionsrest; die Länge ist 15 m, die Höhe 2 ½ m. Sie stellt einen Rest der Dünenpartie dar, die früher die beiden Tuomipakka-Dünen miteinander verband. Auf dem Kamme wachsen zwei ca. 30-jährige Kiefern, deren untere Äste eingesandet sind; nur die Wipfel ragen aus dem Sande hervor und bilden somit einen Kranz um den Stamm. Auf der Oberfläche des Kammes und der Windböschung breitet sich *Empetrum nigrum* aus; zwischen seinen lichten Zweigen tritt *Festuca rubra* hervor. Auf gewissen Partien der Leeböschung kommen *Festuca ovina* VI, *Deschampsia flexuosa* I und *Hieracium umbellatum* v. *dunense* 6 vor.

3. Die Tahkokorvanpakka-Düne ist auf der Wanderung nach E begriffen; sie hat eine flache Gestalt, ihre Höhe ist 10—12 m. Die Leeböschung fällt sanft nach Wald hin ab. Während der Wanderung ist eine Menge früher eingesandeter hoher Baumstümpfe wieder vom Sande befreit worden; drei alte Kiefern stehen noch in der Windböschung der Düne. Hier kommen übrigens *Festuca ovina* I und *Elymus arenarius* I vor. Auf dem Dünenkamm wachsen *Elymus arenarius* I und *Honckenya peploides* I. In der Leeböschung kommen einige junge eingesandete Kiefern und *Elymus arenarius* I vor. Die N-Spitze der Düne fällt langsam nach der Bucht von Keihäslahti hin ab; die Böschung ist mit grossen dünenbildenden Matten von *Empetrum nigrum* überzogen.

Landeinwärts unterhalb der Tahkokorvanpakka-Düne befindet sich ein mit Flugsand teilweise angefülltes Tal, das in derselben Richtung wie die Düne selbst verläuft. Hier kommen einige eingesandete junge Kiefern vor. Der N-Teil des Tales ist mit *Elymus arenarius* IV und *Festuca rubra* I, 6, die niedrige Dünen gebaut haben, bewachsen; im mittleren und S-Teil tritt eine ca. 200 m lange Reihe von *Empetrum nigrum*-Dünen auf; hier kommen auch *Elymus arenarius* I und *Festuca rubra* I, 5 vor. Weiter nach S zu, wo die Sandzufuhr gering ist, haben sich kleine rundliche Dünen gebildet. Die Mehrzahl der hier auftretenden (ca. 50) niedrigen verwitterten Kiefernstümpfe ist mit einer *Polytrichum juniperinum*-Haube überzogen (LEMBERG 1933, Abb. 20). In dieser Partie haben *Festuca rubra* I, 6 und *Elymus arenarius* I niedrige Dünen gebaut, zwischen denen zahlreiche *Elymus*-Samenpflanzen auftreten. Stellenweise kommen *Carex norvegica* I, 3 und *Rumex acetosella* I, 6 vor.

# E. Das Dünengebiet im Kirchspiel Siikajoki. 1926.

64° 49' n. Br.

Das Dünengebiet liegt auf der N-Seite der Landzunge Tauvo im Kirchspiel Siikajoki; die Landzunge ist eine junge, ganz flache Verlandungsfläche. Das Dünengebiet umfasst ein ausgedehntes Flugsandfeld und eine niedrige bewaldete Randdüne (Abb. 11). (Karte bei KROGERUS 1932, S. 84.)

## a. Das Flugsandfeld.

Das Flugsandfeld breitet sich vom W-Ufer der Bucht Majavanlahti am N-Ufer von Tauvo entlang bis in die Nähe der Landspitze Haikaranniemi im W aus.

Die *S a l i n e* hat eine Breite von 200—1500 m. Die dem Meere am nächsten liegende, 150—1000 m breite Zone weist feuchten Sand mit Sandalgen auf. Landeinwärts folgt eine zweite, bis zu 500 m breite, mit Sandalgen und *Puccinellia retroflexa* 5—6 bewachsene Zone. Das Gras hat kleine Dünen, die nach dem Meere zu isoliert dastehen, landeinwärts zu langen Dünenbänken vereinigt sind, gebaut. In den letzteren kommen auch *Puccinellia phryganodes* 6 (s. LINDBERG 1929) und *Agrostis stolonifera* 6 vor.

Die *S u p r a s a l i n e* wird von einer 75 m breiten *Agrostis stolonifera*-Zone und einer 40 m breiten *Juncus balticus*-Zone eingenommen. In der ersten treten von *Agrostis stolonifera* 7 gebaute, 30 cm hohe Dünenschilder auf, zwischen denen der ursprüngliche, feuchte, mit Sandalgen bewachsene Sandboden in Gestalt kleiner Flecke hervortritt. In diesen wachsen *Agrostis stolonifera* 6, *Festuca rubra* und *F. rubra* v. *arenaria* V, 6, *Deschampsia bottnica* I, *Elymus arenarius* I und *Carex Goodenowii* I; in den landeinwärts gelegenen Flecken kommen noch *Juncus balticus* V und *Parnassia palustris* 1 vor. In der *Juncus balticus*-Zone sind die Flecke unbedeutend, in ihnen kommen *Inocybe* sp. 5, *Lycoperdon pyriforme* 5, *Agrostis stolonifera* 6, *Festuca rubra* und *F. rubra* v. *arenaria* 4, *Elymus arenarius* I, *Carex Goodenowii* II, *Juncus balticus* IV, *Rumex acetosella* 6 und Jungpflanzen von *Salix phylicifolia* 5, *S. repens* 1, *Betula verrucosa* 2 und *Alnus incana* 2 vor. Zwischen den Flecken tritt *Juncus balticus* IV dünenbildend auf. An der Grenze zum Supralitoral kommen bis zu 60 cm hohe und 2 m breite *Juncus balticus*-Dünen vor. In einigen Flecken wachsen zwergartiges *Polygonum heterophyllum* I, 7, *Sagina nodosa* I, 5, *Honckenya peploides* I und dünenbauender *Elymus arenarius* I. — An der Bucht Majavanlahti und der Landspitze Haikaranniemi findet sich *Salix repens*, die kurze Reihen von Dünen gebildet hat. Die bis zu 1 m hohen Dünen sind mit einigen Exemplaren von *Festuca rubra* und *Rumex acetosella* bewachsen.



## b. Die Randdüne.

Die Düne, die ungef. 3 km lang, 30—40 m breit und 3—4 m hoch ist, gehört zum Supralitoral; sie liegt am Rande eines Bruchmoores, einer ehemaligen Lagune. Die Windseite und der Kamm der Düne weisen Erosionsmulden und sekundäre Dünen auf. Die Leeböschung fällt steil zum Moor hin ab; sie hat einen eigentümlich welligen Verlauf. Die Düne ist von folgenden Bäumen und Sträuchern, die jetzt eingesandet dastehen, aufgebaut: *Pinus silvestris*, *Salix livida*, *S. repens*, *S. caprea*, *S. phyllicifolia*, *S. pentandra*, *Myrica gale*, *Betula verrucosa* und *Alnus incana*. Der Dünenwald ist dicht, die Bäume und die Sträucher stehen gewöhnlich in Gruppen; die Höhe des Waldes über dem Kamme ist 3—6 m. Viele Grauerlen, einige Birken und Kiefern sind abgestorben. Im westlichen und zentralen Abschnitt der Düne dominiert *Salix pentandra*, im E-Teil *Salix pentandra* und *Alnus incana*. — Die Gräser und Kräuter befinden sich in der Regel innerhalb der Baum- bzw. Strauchgruppen: *Agrostis stolonifera* 6, *Festuca rubra* 6, *F. rubra* v. *arenaria* 6, *Elymus arenarius* VI, *Rumex acetosella* I, 6 und *Honckenya peploides* I, von denen die letztere Pflanze die Windböschung hinab gewachsen ist und sich auf dem Flugsandfeld ausgebreitet hat. — Die Leeböschung der Düne hat ein welliges Aussehen, indem schwache Furchen, die vom Kamme bis zum Fusse verlaufen, einige Meter breite Sandschollen voneinander trennen. Diese Furchen sind mit *Equisetum arvense* 6—7 bewachsen; die Pflanze ist über den Kamm auf die Windseite vorgedrungen und hat auch das Flugsandfeld erreicht; in den Wölbungen treten *Equisetum arvense* 5 und *Elymus arenarius* I auf. — Die Randdüne bewegt sich landeinwärts.

## F. Das Dünengebiet von Röytänhiekkä. 1927.

65° 39' n. Br.

Das südliche Dünengebiet Röytänhiekkä im Kirchspiel Simo befindet sich auf der Landzunge Maksniemi, das nördliche, Tiironhiekkä, auf der Landzunge Ykskuusi. Die recht kleinen Flugsandfelder sind landeinwärts von niedrigen Randdünen begrenzt.

Das 150 m lange und 120 m breite Dünengebiet Röytänhiekkä liegt unmittelbar südl. der kleinen Bucht Makslahti, von der es durch eine kurze Landspitze getrennt wird (Abb. 12).

## a. Das Flugsandfeld.

Schon am Wassersaum ist auf der Moräne Flugsand ausgebreitet, landeinwärts werden die Flugsandmengen immer grösser. Das Flugsandfeld neigt sich recht stark nach dem Meere zu.

Die 5 m breite *Saline* ist mit Sandalgen bewachsen.

Auf der 15—20 m breiten *Suprasaline* bildet *Honckenya peploides* VI eine Zone, in der auch *Festuca ovina* I, *Elymus arenarius* II—III, *Silene maritima* 1, *Rumex acetosella* 1, *Vicia cracca* 1 und *Lathyrus maritimus* 1 vorkommen.

Das ca. 100 m breite *Supralitoral* ist mit *Festuca ovina*, die niedrige Dünenschilder gebaut hat, bewachsen. Die Rasen VI—VII des Grases sind tief eingesandet; hier treten auch *Calamagrostis epigejos* I, *Elymus arenarius* II, *Silene maritima* 1 und *Honckenya peploides* V auf. Zwischen den Dünen kommen stellenweise Sandkuchen, mit *Polytrichum piliferum* bewachsen, vor, das nebst *P. juniperinum* auch im offenen Flugsande auftritt, weiter *Festuca ovina* V, *Carex Goodenowii* I und in der Nähe der Randdüne auch *Juncus balticus* I, *Rubus idaeus* 1 und *Chamaenerium angustifolium* 1. In den zentralen und an der Randdüne gelegenen Teilen des Flugsandfeldes treten auch *Juniperus communis* 1—2, niedrige *Pinus silvestris* 1, *Picea abies* 1, *Betula pubescens* 1—2 und *Salix phylicifolia* 1 auf. Der Wacholder hat bis zu 1 m hohe Dünen gebaut; die Sandoberfläche der höheren Dünen ist stabil und mit *Festuca ovina* VI, *Calamagrostis epigejos* I und *Hieracium umbellatum* v. *dunense* I bewachsen. Die Länge der hier auftretenden Fichtendüne ist 3 m, die Höhe ca. 1 m; sie ist mit Sandkuchen, in denen *Cladonia cornuta* und *Cladonia* sp.-thalli auftreten, *Ceratodon purpureus*, *Polytrichum piliferum* und *Festuca ovina* bewachsen. Auch die Birken haben Dünen gebaut.

#### b. Die Randdüne.

Die Düne stellt einen bis zu 2 m hohen und 15—25 m breiten Dünenbogen dar, der von Bäumen, *Pinus silvestris*, *Picea abies*, *Betula pubescens*, *Alnus incana* und Sträuchern, *Juniperus communis*, die zum Wald gehören, der das Flugsandfeld landeinwärts begrenzt, gebaut ist. Die Dünenoberfläche ist mit *Festuca ovina*, *Rubus idaeus*, *Empetrum nigrum*, *Arctostaphylus uva ursi* und *Vaccinium vitis idaea* bewachsen; im Schutze der Bäume und Sträucher kommen Sandkuchen, *Ceratodon purpureus* und *Polytrichum piliferum* vor.

### G. Das Dünengebiet von Tiironhiekkä.

65° 40' n. Br.

Das Dünengebiet liegt an einer kleinen Bucht, die in die E-Küste der Landzunge Ykskuusi hineingreift. Die Breite des Dünengebietes ist ca. 300 m,

a. *Das Flugsandfeld.*

Die 5 m breite *S a l i n e* weist Grus und faustgrosse Steine, aber keine Vegetation auf.

Die 5 m breite *S u p r a s a l i n e* steigt steil bis zu einer Höhe von 1.75 m an; auf dem groben Material etwas Flugsand. Vegetation ist nicht vorhanden.

Das *S u p r a l i t o r a l* stellt ein 300 m breites Plateau dar, das ca. 2 m über dem Meere gelegen ist; offene Grusflecke wechseln mit Flugsandflächen. Die Vegetation ist zonal angeordnet. — 1. Eine 10 m breite *Honckenya peploides*-Zone mit *Honckenya* V, *Festuca rubra* v. *arenaria* 1, *F. ovina* III, *Elymus arenarius* I, *Silene maritima* 1 und *Rumex acetosella* 1. — 2. Eine 60 m breite *Elymus arenarius*-Zone, wo *Elymus*  $\frac{1}{2}$ —2 m lange und 30 cm hohe Dünen gebaut hat; das Gras IV ist verkümmert, teilweise schon abgestorben. Hier wachsen, in der Nähe von 1, *Festuca rubra* v. *arenaria* 1, *Festuca ovina* VI, *Silene maritima* 1—4, *Honckenya peploides* VI, *Vicia cracca* 1, *Rubus idaeus* 1, eine Jungpflanze von *Sorbus aucuparia*, *Erysimum hieraciiifolium* 1 und *Tanacetum vulgare* 1. Weiter landeinwärts treten in den *Elymus arenarius*-Dünen *Festuca ovina* VI, *Silene maritima* 3, *Honckenya peploides* III, *Empetrum nigrum* I, *Tanacetum vulgare* 4, einige kleine Matten von *Ceratodon purpureus*, *Polytrichum piliferum*, *Rhacomitrium canescens*, *Stereocaulon paschale*, *S. condensatum*, *Cladonia verticillata*, *C. cornuta* und Sandkuchen auf. Zwischen den *Elymus*-Dünen, wo dünnere oder dickere Flugsandschichten auf Grus und kleineren Steinen liegen, kommen *Festuca ovina* VII, die kleine Dünen gebaut hat, *Silene maritima* 3, *Honckenya peploides* III, kleine Matten der obenerwähnten Moose und Flechten, wie auch Sandkuchen vor; die Kryptogamen werden auch in den *Festuca*-Dünen angetroffen. — 3. Eine 230 m breite Dünenheide, von einer fast zusammenhängenden Moosdecke aus *Rhacomitrium canescens*, dominierend, *Polytrichum piliferum*, *P. juniperinum* und *Ceratodon purpureus* bewachsen. Teils auf den Moosen, teils in offenen Sandflächen treten *Cladonia sylvatica*, *C. cornuta*, *C. verticillata*, *C. Botrytes*, *Stereocaulon paschale* und *S. condensatum* auf, von denen die beiden letzterwähnten grössere Matten bilden. Von Phanerogamen kommen hier *Festuca ovina* VI, *Elymus arenarius* II, *Rumex acetosella* 1, *Silene maritima* 1, *Honckenya peploides* I, 6, *Chamaenerium angustifolium* 1, *Empetrum nigrum* 1, *Vaccinium uliginosum* 1, *Solidago virgaurea* 1, *Tanacetum vulgare* 1, kleine Sträucher von *Salix phylicifolia*, *Betula verrucosa* 1 und *Sorbus aucuparia* 1 vor.

b. *Die Zone der Randdünen.*

Bogenförmig angeordnete, von *Elymus arenarius* aufgebaute  $\frac{1}{2}$ —1  $\frac{1}{2}$  m hohe Dünen bilden eine ca. 15 m breite Zone. In den Dünen wachsen *Elymus arenarius* V, *Festuca ovina* I—II, *Honckenya peploides* I, *Stellaria graminea*

1—2 und *Tanacetum vulgare* 2. Die meisten Dünen sind mit *Ceratodon purpureus*, *Polytrichum juniperinum*, *P. piliferum* und *Racomitrium canescens* bewachsen, auf welchen sich *Stereocaulon paschale*, *S. condensatum*, *Peltigera canina*, *Cetraria islandica*, die oben aufgezählten *Cladonia*-Arten und Sandkuchen finden. — Die Böschung des Plateaus fällt nach einer Uferwiese hin ab; auf der Böschung liegt Flugsand, auf dem *Elymus arenarius* vorkommt.

## Kap. VII. Die Dünengebiete auf der Insel Hailuoto (Karlö) im Bottnischen Meerbusen. 1927.

Die Insel liegt im NW-Teil des Bottnischen Meerbusens ca. 25 km W von der Stadt Uleåborg; sie besteht aus losem Material. (Karte bei KROGERUS 1932, S. 87.)

### A. Das supramarine Dünengebiet von Ojakylä.

65° 2' n. Br.

Das Dünengebiet befindet sich beim Dorf Ojakylä, von der Bucht Ojakylänlahti durch ein ca. 250 m breites Gelände getrennt; es umfasst ein ca. 200 m langes, 75—125 m breites Flugsandfeld und eine 200 m lange, 3 m hohe bewaldete Randdüne.

#### a. Das Flugsandfeld.

Dieses Flugsandfeld wird von Wegen durchquert; die Vegetation besteht in der Nähe der Randdüne aus *Festuca rubra*, *F. rubra* v. *arenaria* und *F. ovina*, die kleine Dünen gebaut haben. Stellenweise kommen *Empetrum nigrum* und *Polytrichum juniperinum* vor. Hie und da sind Deflationsreste erhalten; an der Randdüne steht eine *Ledum palustre*-Düne. — Ein 2 m hoher und 5 m langer Deflationsrest ist mit einigen 40—50-jährigen *Pinus silvestris*-Individuen, einem dichten *Juniperus communis*-Bestand, *Festuca rubra*, *F. rubra* v. *arenaria*, *F. ovina* und *Ceratodon purpureus* bewachsen. Auf einigen sind die Kiefern entfernt und die Düne wird von dichten Wacholderbeständen zusammengehalten, auf anderen kommen licht stehende alte Kiefern vor. Die Sandoberfläche ist in solchen Fällen oft unbeweglich, der Sand mit Streu von den Bäumen vermischt. Hier wachsen *Polytrichum piliferum* und *Ceratodon purpureus* in kleinen festen Matten, einige Jungpflanzen von *Pinus silvestris* und *Juniperus communis*, *Festuca rubra* und *F. rubra* v. *arenaria* 7—8, *F. ovina* 5, *Hieracium umbellatum* v. *dunense* 5, *Achillea millefolium* I und *Leontodon autumnalis* 6. — Die *Ledum palustre*-Düne ist 2—2,5 m



hoch, ihr Areal beträgt 300 m<sup>2</sup>. *Ledum* tritt in scharf begrenzten Beständen auf. Zwischen den Zweigen wachsen *Festuca rubra* 2, *F. rubra* v. *arenaria* 2, *Rumex acetosella* 1, *Empetrum nigrum* I; in einem übersandeten strauchartigen toten *Pinus*-Individuum findet sich eine *Vaccinium uliginosum*-Matte.

#### b. Die Randdüne.

Fast in ihrer ganzen Ausdehnung ist die Düne mit Kiefern, einigen Fichten und Wacholdersträuchern bewachsen; die Feldschicht, aus *Vaccinium vitis idaea*, *V. myrtillus*, stellenweise *Ledum palustre*, und Waldmoosen bestehend, ist in diesem Falle unberührt. — Der südlichste Teil ist dagegen baumlos. Auf dem Kamme und der W-Böschung dieses Abschnittes kommen *Festuca rubra* und *F. rubra* v. *arenaria* 6—7, *F. ovina* I und *Hieracium umbellatum* v. *dunense* 6 vor. Die E-Böschung des Dünenabschnittes ist in ihren niedrigen Partien auch mit *Juniperus communis* bewachsen.

### B. Das supramarine Dünengebiet von Hyyppä.

65° 3' n. Br.

Das Dünengebiet besteht aus einem 200 m langen und 100 m breiten Flugsandfeld sowie aus einer 13 m hohen bewaldeten Randdüne, welche jedoch im Kern aus Osmaterial besteht.

#### a. Das Flugsandfeld.

Das Feld wird im E von der Randdüne, in den übrigen Himmelsrichtungen von Kiefernwald begrenzt (LEMBERG 1933, Abb. 14). Es ist mit *Arctostaphylus uva ursi*- und *Empetrum nigrum*-Dünen, von denen die ersteren durchaus dominieren, bestanden. In älteren *Arctostaphylus*-Dünen wachsen *Stereocaulon paschale* und *S. condensatum*, in anderen auch *Cladonia alpestris*; in einem Falle kommt *Empetrum* in einer *Arctostaphylus*-Düne vor. In einigen Dünen treten auch 15—20-jährige gutwüchsige Kiefern auf. Im Schutze grösserer Dünen haben sich auf dem ebenen Boden kleine Moosdielen von *Polytrichum piliferum*, *P. juniperinum*, stellenweise auch *Racomitrium canescens* und *Ceratodon purpureus* gebildet. Teilweise auf dem Moose, teilweise im offenen Sande treten Sandkuchen, *Stereocaulon paschale* und *S. condensatum* auf.

#### b. Die Randdüne.

Die Düne erstreckt sich in WSW—ENE-Richtung; die Windböschung neigt sich nach dem Flugsandfeld zu. Die steile Leeböschung und der Kamm sind mit stellenweise lichtem Kiefernwald bewachsen. Die Feldschicht ist

aus *Cladonia rangiferina*, *C. sylvatica*, *Vaccinium vitis idaea* und *Arctostaphylos uva ursi* zusammengesetzt; hie und da tritt *Empetrum nigrum* auf. — Die Windböschung ist zum Teil baumlos. Die offenen Flächen sind mit dünenbauendem *Arctostaphylos uva ursi* bewachsen; zwischen den Dünen ist der Sand vegetationslos.

### C. Das Dünengebiet von Marjaniemi.

65° 2' n. Br.

Marjaniemi bildet die westlichste Landspitze der Insel Hailuoto, auf welcher sich eine Lotsenstation und ein Leuchtturm befinden. Dieser ist auf einem von Dünen sand gebildeten Plateau erbaut, das sich nach dem Meere zu verschmälert und die eigentliche Landspitze bildet. Südl. vom Leuchtturm dehnt sich eine recht grosse Verlandungsfläche aus; nördl. desselben findet sich ein mit Flugsand bedecktes Moränenfeld. Die Felder werden landeinwärts von kleinen baumbewachsenen Dünen begrenzt; eine eigentliche Randdüne ist nicht vorhanden.

#### a. Das Flugsandfeld.

Die südliche Verlandungsfläche ist ca. 1.5 km lang und 300 m breit; nach S zu geht diese mit Flugsand bedeckte Fläche, die einige seichte Lagunen umschliesst, in eine Marschwiese über.

Die 33—50 m breite *S a l i n e* hat feinen, mit Gytjtja vermischten Sand; hie und da kommen Grus und kleine Steine vor. — 1. Sandalgen treten in einer Zone, die näher nach dem Plateau zu von grösseren Mengen Flugsand überlagert wird, auf. Stellenweise kommen Keimlinge von *Agrostis stolonifera* v. *maritima* und einige *Polygonum heterophyllum* v. *litorale*- und *Honckenya peploides*-Exx. vor. — 2. Landeinwärts folgt eine schmale *Puccinellia retroflexa*-Zone, innerhalb welcher langgestreckte, zum Wassersaum parallel verlaufende Senken auftreten. Ausser dem Hauptgras 6, das Flugsand eingefangen hat, wachsen hier *Agrostis stolonifera* v. *maritima* 3 und *Polygonum heterophyllum* v. *litorale* 1. — 3. Die Senken, die 10—15 cm tief sind, haben teilweise Flugsand eingefangen, sind aber feucht. Hier kommen Sandalgen, *Agrostis stolonifera* v. *maritima* V, 6, *Puccinellia retroflexa* 5—6, *Polygonum heterophyllum* v. *litorale* V, 8, *Rumex acetosa* 1, *R. acetosella* 1, Samenpflanzen von *Spergula arvensis* 3 und *Gnaphalium uliginosum* I, 8 vor; in einer Senke hat *Potentilla anserina* 6 eine niedrige in der Längsrichtung der Senke verlaufende Düne gebaut.

In der 60—90 m breiten *S u p r a s a l i n e* ist viel Flugsand vorhanden; feuchte Senken kommen noch vor. Mit Ausnahme der Senken ist die Zone ausschliesslich mit *Agrostis stolonifera* v. *maritima* 6—7, die Dünen gebaut hat,

bewachsen. An der Grenze zur Saline stehen sie isoliert, weiter landeinwärts sind sie zu langen, zum Wassersaum parallelen Dünen vereinigt (LEMBERG 1933, Abb. 7). Hier treten auch lichtwachsende *Festuca rubra*, *F. rubra* v. *arenaria* und *Elymus arenarius* auf; die Gräser haben Dünen gebaut, die sich auf Kosten der benachbarten *Agrostis*-Dünen ausdehnen. — In einer der feuchten Senken, die 125 m lang ist, kommen Sandalgen, *Bryum* sp., *Agrostis stolonifera* v. *maritima* 5, *Carex Goodenowii* 1, *Scirpus uniglumis* 5, *Sagina procumbens* I, 4 und *Gnaphalium uliginosum* 8 vor. In den trockenen Rändern wachsen *Bryum* sp., *Juncus balticus* I, *Carex Goodenowii* II, *Plantago maritima* 1 und *Leontodon autumnalis* 4. In mit Flugsand teilweise gefüllten Senken treten *Carex Goodenowii*, *Juncus balticus*, *Rumex acetosella*, *Sagina nodosa*, *Honckenya peploides* und *Potentilla anserina* auf.

Das 75–100 m breite Supralitoral hat 2 Zonen, eine am Litoral gelegene *Festuca*-Zone und eine landeinwärts gelegene *Empetrum*-Zone. Die erstere ist mit *Festuca ovina* V, *F. rubra* 5, *F. rubra* v. *arenaria* 6 und *Elymus arenarius* V, *Carex Goodenowii* I und *Juncus balticus* I bewachsen; die Gräser haben Dünen, die weiter landeinwärts als langgestreckte Dünenrücken hervortreten, gebaut. In diesen Teilen, wo der Sandflug aufgehört hat, wachsen *Festuca ovina* VI, *Festuca rubra* 6, *F. rubra* v. *arenaria* 6, *Elymus arenarius* V, *Rumex acetosella* 3, *Empetrum nigrum* I, *Leontodon autumnalis* 1, *Ceratodon purpureus* in kleinen Matten, auf denen *Stereocaulon paschale* und *S. condensatum* vorkommen, *Polytrichum piliferum* und *P. juniperinum*. — Im N-Teil der *Festuca*-Zone, unmittelbar vor dem Plateau, kommen 3–4 m hohe Dünen, von *Elymus arenarius* in Verbindung mit *Festuca ovina* und *F. rubra* v. *arenaria* gebaut, vor; einige Dünen haben Rückenform, andere, und zwar die höchsten, breite horizontale Kämme. Diese sind bei gewissen Dünen mit *Festuca ovina* VII, die peripherischen Teile mit *Festuca ovina* VI, *F. rubra* 1, *F. rubra* v. *arenaria* 6, *Elymus arenarius* IV und *Rumex acetosella* 4–5 bewachsen. In einem Falle trat auf dem Kamme *Festuca ovina* VI, *F. rubra* v. *arenaria* 6, *Stellaria graminea* 4–5, *Achillea millefolium* 6 und *Leontodon autumnalis* 1 auf. — Landeinwärts folgt auf den *Festuca*-Gürtel ein *Empetrum nigrum*-Gürtel. Der S-Teil, der an die obenerwähnte Marschwiese grenzt, umschliesst kleine feuchte Senken, die mit Sandalgen, *Carex Goodenowii*, *Rumex acetosella* und *Leontodon autumnalis* bewachsen sind. *Empetrum nigrum* V hat, da Flugsand fehlt, nur niedrige Dünen erzeugt. Zwischen diesen wachsen *Agrostis canina* VII, *Festuca ovina* VII, *F. rubra* 5, *F. rubra* v. *arenaria* 5, *Vaccinium uliginosum* V, *Ceratodon purpureus*, *Polytrichum juniperinum* und *P. piliferum*; auf den Moosmatten breiten sich oft *Stereocaulon paschale* und *S. condensatum* aus. Dieser Abschnitt der *Empetrum*-Zone grenzt landeinwärts an eine Lagune. — Der N-Abschnitt des Gürtels weist grössere Mengen Flugsand auf. Hier hat *Empetrum* recht grosse Dünen gebaut. In einigen von die-

sen kommen *Festuca ovina*, *F. rubra* v. *arenaria* und *Elymus arenarius* vor. Zwischen den Dünen wachsen *Festuca ovina* I, *F. rubra* v. *arenaria* V, 6, *Juncus balticus* I, *Polytrichum juniperinum* in kleinen Matten und einige strauchartige dünenbauende Kiefern. — Landeinwärts liegen mit Kiefern bewachsene niedrige Dünensysteme, die sich über einem grossen Teil der Insel ausbreiten. — Die S-Böschung des Plateaus, auf dem sich die Lotsenstation und der Leuchtturm befinden, ist mit lichten *Festuca ovina*, *F. rubra*, *F. rubra* v. *arenaria* und *Elymus arenarius* bewachsen; stellenweise treten *Equisetum arvense*, *Juncus balticus* und dünenbildendes *Polytrichum juniperinum* und *P. piliferum* auf. — In dem SW-Abschnitt des Plateaus treten dieselben Gräser auf; der Plateaurand ist zu einigen mit *Empetrum nigrum* bewachsenen Dünenresten zerfallen, zwischen denen *Festuca ovina*, *F. rubra* v. *arenaria* und *Elymus arenarius* auftreten.

### Literaturverzeichnis.

- BERGHELL, H., 1896: Bidrag till kännedom om södra Finlands kvartära nivåförändringar. — Fennia 13, N:o 9. Helsingfors.
- HÄYRÉN, E., 1909: Björneborgstraktens vegetation och kärlväxtflora. — Acta Soc. F. Fl. Fenn. 32.
- ILVESSALO, L., 1927: Suomenlahden ulkosaarten lentohietiköt ja niiden sitomismahdollisuudet. — Comm. Inst. Quest. Forest. Finl. 12. Helsinki.
- KROGERUS, R., 1932: Über die Ökologie und Verbreitung der Arthropoden der Tribsandgebiete an den Küsten Finnlands. — Acta Zool. Fenn. 12.
- LAULAJAINEN, A., 1914: Lentohiekkasärkkämuodostuksista Laatokan rannikolla Venäjän rajan ja Käkisalmen välillä. — Terra, Geogr. För. Finl. Tidskr. 26.
- LEMBERG, B., 1928: Studier över sandsträndernas vegetation på kuststräckan Lappvik—Henriksberg. — Memor. Soc. F. Fl. Fenn. 4.
- »— 1933: Über die Vegetation der Flugsandgebiete an den Küsten Finnlands. I. Teil. Die Sukzession. — Acta Bot. Fenn. 12.
- »— 1934 a: Zwergwuchs bei Dünenpflanzen. — Memor. Soc. F. Fl. Fenn. 10.
- »— 1934 b: Über die Vegetation der Flugsandgebiete an den Küsten Finnlands. II. Teil. Die Randdünen. Acta Bot. Fenn. 13.
- LINDBERG, H., 1929: Puccinellia phryganodes (Trin.) Scribn. & Merr. vid Bottniska viken, ny för Finlands flora. — Memor. Soc. F. Fl. Fenn. 5.
- WAHLROOS, A., 1896: Bidrag till kännedom om hafsstrandens förskjutning vid en del av Finlands västkust. — Fennia 12, N:o 9. Helsingfors.







Abb. 1, S. 7. Die dem Ladoga-See am nächsten gelegene ruinenhafte Düne.  
Ikolkänlahti. 7. VII. 1925.



Abb. 2, S. 29. Dünenufer in der Nähe von Seivästö. 16. VII. 1924.



Abb. 3, S. 28. Walddüne. Im Sande *Calamagrostis epigejos* und *Festuca rubra* v. *arenaria*. Kellomäki. 12. VII. 1924.

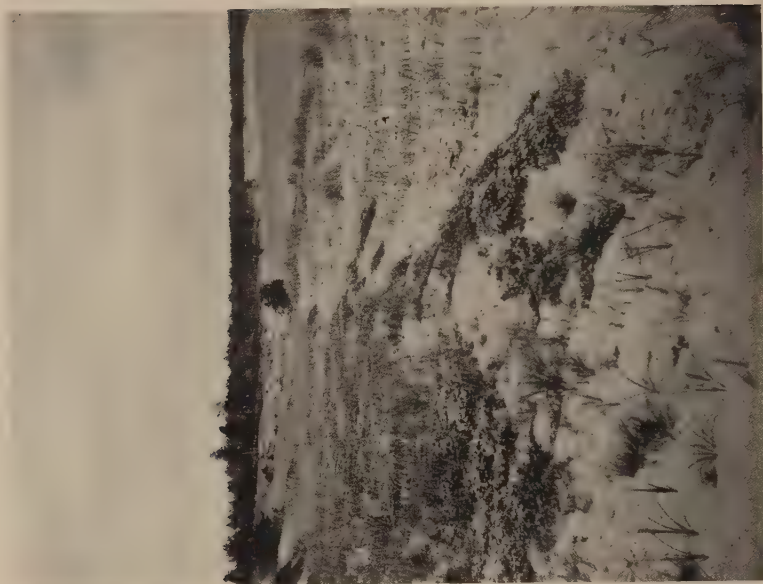


Abb. 4, S. 44. Niedrige von *Thymus serpyllum* und *Carex arenaria* gebaute Düne. Im Hintergrund die Högsand-Düne. Syndalen. 25. VII. 1923.



Abb. 5, S. 48. Flugsandfeld mit »der Tvärminne-Kiefer«; Höhe 6 m, Durchmesser in 1.3 m Höhe 55—60 cm. Alter ca. 150 Jahre. Höhe des Dünenhügels 1.5 m. Im Hintergrund rechts *Juniperus*-Düne, links Bestand von *Carex arenaria*. Tvärminne. 28. VII. 1923.



Abb. 6, S. 51. Das Dünengebiet von Storviken. Im Vordergrund *Eupatorium*-Düne, im Hintergrund die Randdüne. Tulludden. 20. VII. 1928.





Abb. 7, S. 55. Grosse Erosionsmulde. Im Hintergrund die Randdüne.  
Ytterö. 1. VII. 1926.



Abb. 8, S. 59. Im Vordergrund *Juncus balticus*-Bestände, in der Mitte  
niedrige *Salix repens*-Düne; vor dem Zaune *Elymus*. Vxpila.  
10. VII. 1926.



Abb. 9, S. 61. *Juncus balticus*-Dünen, bis 25 cm hoch. Vor den Dünen einige *Honckenya*-, *Rumex acetosella*- und *Festuca rubra* v. *arenaria*-Exx. Im Hintergrund *Elymus*-Dünen am Meere. Lohtaja. 18. VII. 1926.



Abb. 10, S. 63. Die Kommelipakka-Düne. Lohtaja. 18. VII. 1926.



Abb. 11, S. 67. Im Sande *Festuca rubra* und *F. rubra* v. *arenaria*. Im Hintergrund die Randdüne. Siikajoki. 1. VIII. 1926.



Abb. 12, S. 68. Im Sande *Honckenya*. Im Hintergrund die niedrige Randdüne. Röytänhiekkä. 4. VII. 1927.







ACTA BOTANICA FENNICA 15  
EDIDIT  
SOCIETAS PRO FAUNA ET FLORA FENNICA

DIE ALGENFLORA UND ALGENVEGETATION  
AUF ÅLAND

VON  
CARL CEDERCREUTZ

MIT 2 KARTEN, 6 TAFELN UND 8 FIGUREN IM TEXT

VORGELEGT AM 2. DEZEMBER 1933

•  
HELSINGFORSIAE 1934



HELSINGFORS

1 9 3 4

DRUCK VON A.-G. F. TILGMANN

## Inhaltsübersicht.

	Seite
Vorwort .....	3
I. Geographische Übersicht .....	5
II. Die Untersuchungsmethoden .....	7
III. Die höhere Wasservegetation in den Seen .....	8
IV. Die Algen der Seen .....	13
V. Die Algen der verschiedenen Seentypen .....	18
1. Die Potamogeton-Seen .....	18
2. Die Dy-Seen .....	22
3. Die Lobelia-Seen .....	23
VI. Die Kleingewässer auf den Schären .....	24
VII. Die Periodizität .....	24
VIII. Schlussbemerkungen .....	25
IX. Spezialbeschreibungen der 30 genauer untersuchten Seen .....	26
X. Artenverzeichnis .....	62
Literaturverzeichnis .....	116
Verzeichnis der auf Karte 2 mit Ziffern bezeichneten Seen ....	119

## Vorwort.

In diesem Jahrhundert ist auf dem Gebiete der Pflanzengeographie eine bedeutende Arbeit ausgeführt worden. Wir haben dadurch eine gute Kenntnis über die Vegetation und die Verbreitung der höheren Pflanzen erhalten. Dagegen ist die Kenntnis der Kryptogamen zum Teil noch sehr mangelhaft. Das gilt unter anderem von den Süßwasseralgen. Viele Sammlungen dieser Algen sind zwar auf Exkursionen und Forschungsreisen in den verschiedenen Teilen der Erde zusammengebracht worden, aber oft nur ganz zufälligerweise und nicht von Fachleuten. Sie sind dann von Spezialisten bearbeitet worden. Hier verdienen vor allem NORDSTEDT und W. und G. S. WEST (Vater und Sohn) erwähnt zu werden, die für die Systematik und Geographie der Algen eine hoch zu schätzende Arbeit ausgeführt haben. Die in letzter Zeit intensiv betriebene Limnologie hat viele wertvolle Beiträge zur Kenntnis des Phytoplanktons geliefert. Die am besten untersuchten Länder sind Skandinavien und Grossbritannien, die Heimaten der obenerwähnten Meister der Algologie. Eingehende Untersuchungen kleiner Gebiete sind bis jetzt nur in sehr geringer Ausdehnung ausgeführt worden. In Skandinavien haben schon im vorigen



Jahrhundert viele Algologen gewirkt, und fortwährend herrscht dort eine rege Forschungstätigkeit. Ich erinnere nur an WITTRÖCK, CLEVE, LAGERHEIM, WILLE, BORGE und NAUMANN. Jedoch sind dort erst unlängst zwei kleine Gebiete Gegenstand einer eingehenden Untersuchung sowohl in floristischer wie ökologischer Hinsicht gewesen, nämlich das Gebiet zwischen Haugastal und Myrdal in der Nähe von Bergen in Norwegen (STRÖM 1926) und die Provinz Härjedalen in Schweden (CEDERGREN 1932). Von der letzterwähnten Untersuchung ist vorläufig nur der floristische Teil erschienen.

Aus den bis jetzt recht unvollständigen Untersuchungen geht jedenfalls deutlich hervor, dass ein grosser Teil der Süsswasseralgen kosmopolitisch ist, dass es aber zugleich eine nicht ganz unbedeutende Anzahl Arten gibt, die deutlich begrenzte Verbreitungsgebiete haben. Es gibt ausgeprägt tropische Formen, und unter diesen lassen sich ein indo-malayisches und ein australisches Element unterscheiden. Weiter haben wir arktisch-alpine Arten und einige Formen, die bis jetzt nur aus den arktischen Gegenden bekannt sind. In der gemässigten Zone der nördlichen Hemisphäre ist die Algenflora im grossen ganzen überall sehr gleichartig, aber man findet dort doch auch solche Arten, die wahrscheinlich eine lokale Verbreitung haben (s. DONAT 1927 und 1927—1934 sowie STRÖM 1926 und CEDERGREN 1928). Ganz nahegelegene Gebiete können aber, wenn sie in geomorphologischer Hinsicht verschieden sind, grosse algologische Unterschiede aufweisen. Spezialuntersuchungen können also sehr wichtige Aufschlüsse über die Algenflora und -vegetation geben.

Finnland ist in algengeographischer Hinsicht bedeutend weniger untersucht als Skandinavien, kann aber doch zu den besser untersuchten Ländern gerechnet werden, auch wenn kein einziges Gebiet bis jetzt bei uns Gegenstand einer algologischen Spezialuntersuchung gewesen ist. Einzelne Algengruppen sind zwar recht eingehend in systematischer Hinsicht bearbeitet worden, nämlich die Oedogoniaceen von HIRN und die Desmidiaceen von ELFVING, HIRN und GRÖNBLAD. Die genannten Autoren haben Verzeichnisse über diese Algen zusammengestellt (ELFVING 1881, HIRN 1895 und 1903 sowie GRÖNBLAD 1920 und 1921). Diese enthalten ziemlich viele Fundortangaben, aber bei weitem nicht genügend, um die Verbreitung der einzelnen Arten im Lande klarlegen zu können. Ausserdem sind ein kleines Verzeichnis der Nostocaceae heterocystae (ELFVING 1895), zwei Verzeichnisse der Zygnemalen (HIRN 1895 und CEDERCRUTZ 1924), ein Verzeichnis der Vaucheriaceen (HIRN 1900), eines der Chroococcaceen (ENWALD 1904), zwei der Characeen (HIRN 1900 und CEDERCRUTZ 1933) und eines der Oscillatoriaceen (KLINGSTEDT 1907) veröffentlicht worden. Des weiteren haben wir die verschiedene Algengruppen umfassenden Verzeichnisse von SILFVENIUS (1902) und CEDERCRUTZ (1929 und 1932). Die zwei letzterwähnten Verzeichnisse enthalten nur Algen aus dem

Petsamo-Gebiet. Schliesslich finden wir zerstreute Angaben über verschiedene Süsswasseralgen in mehreren Arbeiten, vor allem in denjenigen von LEVANDER, HÄYRÉN und JÄRNEFELT.

Eine algologische Untersuchung eines kleineren Gebietes in unserem Lande erschien mir folglich wünschenswert. Meine Wahl fiel auf Åland. Diese Schärenlandschaft mit ihrer sehr abwechselnden Natur ist für ein solches Studium sehr geeignet, wie aus der folgenden Schilderung hervorgehen dürfte.

## I. Geographische Übersicht.

Die Inselgruppe Åland wird von etwa 6500 Inseln und Schären gebildet (die inselreichste Schärenlandschaft auf der Erde). Von diesen ist die Hauptinsel, »Fasta Åland« genannt, etwa 40 km lang und 30 km breit, aber stark zersplittert. Gleich W von Fasta Åland liegt Eckerö, nur durch die etwa 1 km breite Meerenge Marsund von der Hauptinsel getrennt, und im SE haben wir Lemland, das früher durch eine schmale Landenge mit der Hauptinsel in Verbindung stand, aber jetzt von dieser durch einen Kanal getrennt ist. Eckerö ist etwa 18 km lang und 8 km breit und Lemland 18 km lang und 14 km breit. Lumparland und Vårdö (im E) haben eine Ausdehnung von etwas über 10 km (Lumparland 11 km). Die übrigen Inseln erreichen meistens nicht einmal 5 km. Die kleinsten Inseln sind ganz unbedeutende Felsen, die bei Sturm von den Wellen überspült werden. Der gesamte Flächeninhalt der Landschaft Åland beträgt 1426 km<sup>2</sup> Land. Die meisten Inseln liegen östlich von der Hauptinsel und bilden dort eine fast ununterbrochene Brücke, die zum Schärenarchipel des südwestfinnländischen Festlandes hinüberleitet.

Die åländische Landschaft ist eine kleinhügelige Urgesteinslandschaft. Der Felsgrund besteht aus Granit (zum grössten Teil Rapakivi) und Gneis (die östlichen Inselgruppen). Vielerorts tritt der nackte Felsgrund zutage, besonders aber auf den kleineren Inseln. Die Bergabhänge sind jedoch zum grössten Teil von Moräne bedeckt. In den Tälern werden die niedriger liegenden ebenen Teile von kalkhaltigem fruchtbarem Lehm eingenommen und an einigen Stellen von kleinen Sandablagerungen bedeckt. Die grösste Ebene ist Haga-slätten in Saltvik, die eine Ausdehnung von 5 km hat. Die höchsten Berge (alle auf Fasta Åland) sind Orrdalsklint (132 m) und Kasberget (116 m) in Saltvik sowie Getabergen (107 m). Die übrigen Gipfel erreichen nicht 100 m und nur wenige 50 m oder darüber. Der grösste Teil von Fasta Åland liegt weniger als 30 m über dem Meer.

Wie schon hervorgehoben wurde, ist Fasta Åland stark zersplittert. Tiefe Buchten dringen von allen Seiten in das Land ein. Ausserdem findet man

dort viele süsse Gewässer. Åland hat im ganzen etwa 150 kleine Seen, und von diesen befinden sich etwa 90 auf der Hauptinsel. Auf den felsigen Schären trifft man viele kleine Wasseransammlungen in den Felsenvertiefungen oder -spalten an. Der grösste See, Östra-Kyrksundet genannt, ist 4 km lang und 1 km breit. Die meisten Seen sind jedoch nur etwa 1 km lang und einige hundert Meter breit. Ausserdem gibt es kleine Weiher, die höchstens ein paar hundert Meter lang sind. Die Seeufer sind teils felsig oder steinig und teils lehmig und sumpfig. Die Seen sind allmählich durch Abschnürung von inneren Meeresbuchten bei der Landhebung entstanden. Wie bekannt hat sich Åland nach der Eiszeit aus dem Meere erhoben. Nach WITTING (1918) hat die Landhebung in der letzten Zeit 0,6 cm jährlich am nördlichen und 0,5 am südlichen Åland betragen. Die Zu- und Abflüsse der Seen sind sehr unbedeutende, kleine Bäche, die im Spätsommer zum grossen Teil austrocknen. Flüsse fehlen ganz auf Åland, eine natürliche Folge der starken Zersplitterung des Landes.

Der Nadelwald ist auf Åland vorherrschend und verleiht der Landschaft ein nordisches Gepräge, aber auf den Lehmböden in den Tälern und längs der Ufer finden wir schöne, artenreiche Mischlaubwälder, Vorposten der mitteleuropäischen Laubwälder. Diese nahmen früher viel grössere Areale ein als jetzt. Die fruchtbaren Lehmböden umfassen nämlich gegenwärtig zum grössten Teil Kulturland, und von den ehemaligen Laubwäldern sind vielerorts nur kleine Reste übrig an steinigen Stellen, die sich nicht für Ackerbau eignen. Die Moore nehmen nur unbedeutende Areale ein und finden sich meistens an den Seeufern, wo wir teils Weiss- und teils Braunmoore antreffen (hierüber näher im Folgenden).

Hier verdient noch besonders hervorgehoben zu werden, dass die Seen überhaupt recht wenig von der Kultur berührt worden sind. Viele der Seen liegen zwar in den Kulturgegenden und sind zum Teil von Äckern umgeben. Hierdurch ist ihr Wasser selbstverständlich etwas verunreinigt worden, aber eine stärkere Saprobität habe ich nur an wenigen Stellen beobachtet. Nur wenige Seen sind abgelassen worden, um Kulturland zu gewinnen. Eine bemerkenswerte Ausnahme will ich hier erwähnen. Im Jahre 1932 wurde ein Kanal zwischen den Seen Västra- und Östra-Kyrksundet und zwischen Västra-Kyrksundet und der Meeresbucht Kastelholmsviken gegraben, wodurch jetzt Meerwasser in diese früher süssen Gewässer eindringen kann. Über die sonstigen Naturverhältnisse Ålands s. PALMGREN 1912, 1922 und 1925 und Ålands Rese- och Turisthandbok von 1926.

## II. Die Untersuchungsmethoden.

Die Untersuchung wurde im Sommer 1925 begonnen und in den Sommern 1929—1933 fortgesetzt. Sie kann noch nicht als abgeschlossen betrachtet werden. Ich will jedoch schon jetzt einen Teil meiner Resultate vorlegen und gebe zunächst eine allgemeine Schilderung der Algenvegetation der Seen. Diese dürfte ein besonderes Interesse bieten können, da Seenforschung bei uns gegenwärtig in recht grossem Umfang betrieben wird. Einen ganz kurzen Bericht über diese Vegetation (nur 2 Seiten) gab ich schon im Jahre 1929 (CEDERCREUTZ 1929 b).

Der Hauptgegenstand meiner Untersuchung ist die åländische Hauptinsel gewesen, doch habe ich auch einen grossen Teil der kleinen Schäreninseln besucht, wo die vielen kleinen Moore und Felsentümpel ein grosses Interesse bieten. Während der Exkursionen wurden im ganzen etwa 2000 Algenproben genommen. Die meisten wurden im frischen Zustand untersucht. Da es aber nicht möglich war, in der Zeit zwischen den Exkursionen alles Material vollständig zu untersuchen, wurden mehr als 700 algenreichere Proben in Formol konserviert und später im Botanischen Institut zu Helsingfors untersucht. Mit einem doppelten Rechen vom Tvärminne-Typ (Zinken auf beiden Seiten) wurden Algen von den Seeböden aufgenommen. In den meisten Seen wurden Planktonproben genommen. Ich habe Algenproben von 124 Seen und ausserdem von einer recht grossen Anzahl kleinerer stagnierender Wasseransammlungen, von Bächen und Gräben sowie von einigen feuchten Felsen. In vielen Seen wurden während der Exkursionen pH-Bestimmungen nach der kolorimetrischen Methode von Clark & Lub ausgeführt. Genauer untersucht wurden 30 Seen, die ich zu verschiedenen Zeiten während der Vegetationsperiode besuchte. An Wasserproben von 24 Seen wurden im Agrikulturchemischen Laboratorium zu Helsingfors Kalkbestimmungen ausgeführt, und einige dieser Seen wurden bezüglich ihres Salzgehaltes (NaCl) untersucht. An einigen Seen wurden kartographische Aufnahmen gemacht und Nivellierungsarbeiten ausgeführt (Instrumente: Theodolit und Latte). Schliesslich wurden Bestimmungen der Sichttiefe des Wassers mittels einer Sichtscheibe aus Porzellan gemacht. Grösse der Sichtscheibe: Länge 21 und Breite 15,5 cm (Firma Schweder in Kiel).

Ich habe mich vorläufig nur mit den Cyanophyceen, Conjugaten und Rhodophyceen sowie mit denjenigen Chlorophyceen und Heterokonten, die, ohne kultiviert zu werden, bestimmt werden können, beschäftigt. Die Flagellaten, die ja in systematischer Hinsicht noch zum grossen Teil unaufgeklärt sind und nur lebend bestimmt werden können, sind vorläufig nicht näher untersucht worden. Bei der Bestimmungsarbeit wurden hauptsächlich folgende Florenwerke benutzt: PASCHER's Süsswasserflora, RABENHORST's



Kryptogamenflora: Cyanophyceae und WEST's Monograph of the British Desmidiaceae. Ausserdem wurden, besonders bei der Bestimmung der Desmidiaceen, mehrere andere Arbeiten zu Rate gezogen. Ich erwähne hier nur die wichtigsten, nämlich SMITH's planktologische Arbeit von 1920 und 1924 und die Arbeiten GRÖNBLAD's von 1919, 1920, 1921, 1924 und 1926.

Für die vorliegende Untersuchung hat Herr Professor Dr. ALVAR PALMGREN, mein alter Freund und Lehrer, ein grosses Interesse gezeigt und hat mir mit Rat und Tat beigegeben. Mit grosser Dankbarkeit denke ich zurück an die vielen schönen Exkursionen, die wir zusammen in dem åländischen Schärenarchipel unternommen haben. Im Sommer 1933 war während eines Monats Herr Stud. GUNNAR ÅBERG mein Reisegefährte. Er war mir dabei in vieler Hinsicht behilflich, besonders bei den kartographischen und Nivellierungsarbeiten. Ich will ihm hier meinen herzlichsten Dank aussprechen. Beim Bestimmen der Desmidiaceen hat mir unser bester Kenner dieser Algenfamilie, Herr Dr. ROLF GRÖNBLAD, sehr wertvollen Beistand geleistet. Viele Bestimmungen kritischer Arten sind von ihm ausgeführt worden, und in allen unsicheren Fällen habe ich mich an ihn gewandt. Viele artenreiche Proben haben wir übrigens zusammen durchgesehen. Dabei wurden einige Desmidiaceen gefunden, die nicht mit früher beschriebenen Formen übereinstimmen. Sie sind hier nicht aufgenommen, sondern werden später in einer systematischen Studie getrennt behandelt. Für die grosse Mühe und die viele Zeit, die Herr Dr. GRÖNBLAD dieser Arbeit geopfert hat, bezeuge ich hier meine grosse Erkenntlichkeit. Sehr verbunden bin ich auch Herrn Adjunkt Dr. ERNST HÄYRÉN und Herrn Kustos Dr. HARALD LINDBERG. Schliesslich verdanke ich Herrn und Frau GUNNAR BOMANSON für die grosse Gastfreiheit, die ich bei ihnen in Kvarnbo auf Åland genossen habe, und für die wertvolle Hilfe, die sie mir beim Anordnen der Exkursionen geleistet haben.

### III. Die höhere Wasservegetation in den Seen.

Die vielen Seen auf Åland sind, wie schon hervorgehoben wurde (s. oben S. 6), allmählich durch Abschnürung von inneren Teilen alter Meerbusen bei der Landhebung entstanden. Sie repräsentieren also viele verschiedene Altersstadien und bieten deshalb auch in dieser Hinsicht ein sehr dankbares Untersuchungsobjekt.

Bevor ich zur Schilderung der Algenvegetation der Seen übergehe, wird die höhere Wasservegetation hier recht eingehend behandelt. Sie verleiht den Seen zunächst ihr physiognomisches Gepräge, und die verschiedenen Seentypen auf Åland können leicht nach der Gefässpflanzenvegetation unter-

schieden werden. Wie wir unten sehen werden, steht die hier vorgenommene Einteilung in guter Übereinstimmung mit der Algenvegetation.

Die höhere Wasservegetation (die Pflanzen des Elitorals und Sublitorals nach BLOMGREN und NAUMANN) wird nach meinen Aufzeichnungen von folgenden Arten gebildet (Gruppierung nach den Lebensformen, nach LINKOLA 1933, vergl. auch SAMUELSSON 1925):

Wasserblattkräuter:

<i>Potamogeton pectinatus</i>	<i>Potamogeton perfoliatus</i>	<i>Callitriche autumnalis</i>
<i>P. crispus</i>	<i>Zannichellia repens</i>	<i>Myriophyllum verticillatum</i>
<i>P. zosterifolius</i>	<i>Najas marina</i>	<i>M. spicatum</i>
<i>P. mucronatus</i>	<i>Lemna trisulca</i>	<i>Utricularia vulgaris</i>
<i>P. panormitanus</i>	<i>Ceratophyllum demersum</i>	<i>U. intermedia</i>
<i>P. obtusifolius</i>	<i>Ranunculus paucistamineus</i>	<i>U. minor</i>
<i>P. pusillus</i>		
<i>P. praelongus</i>	<i>R. circinatus</i>	

Wasser- und Schwimmblattkräuter:

<i>Potamogeton polygonifolius</i>	<i>Potamogeton gramineus</i>	<i>Callitriche verna</i>
-----------------------------------	------------------------------	--------------------------

(Eigentliche) Schwimmblattgewächse:

<i>Potamogeton natans</i>	<i>Polygonum amphibium</i>	<i>Nymphaea candida</i>
<i>Glyceria fluitans</i>	<i>Nymphaea alba</i>	<i>Nuphar luteum</i>

Freischwimmer:

<i>Hydrocharis morsus ranae</i>	<i>Lemna minor</i>
---------------------------------	--------------------

Gewächse mit  $\pm$  untergetauchten, band- bzw. fadenförmigen Blättern:

<i>Sparganium minimum</i>	<i>Juncus supinus</i>
---------------------------	-----------------------

Grundblattkräuter (Rosettenblätter oder Kriechstamtblätter):

<i>Isoetes lacustre</i>	<i>Littorella uniflora</i>	<i>Lobelia dortmanna</i>
<i>Ranunculus reptans</i>		

Luftblattkräuter:

<i>Sparganium simplex</i>	<i>Iris pseudacorus</i>	<i>Hippuris vulgaris</i>
<i>Sp. ramosum</i>	<i>Rumex hydrolapathum</i>	<i>Naumburgia thyrsiflora</i>
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	<i>Ranunculus lingua</i>	

Schilfgewächse:

<i>Equisetum fluviatile</i>	<i>Phragmites communis</i>	<i>Scirpus maritimus</i>
<i>Typha angustifolia</i>	<i>Scirpus lacustris</i>	<i>Sc. palustris</i>
<i>Typha latifolia</i>	<i>Sc. Tabernaemontani</i>	<i>Sc. ulgumis</i>

Die Pflanzen des Eulitorals (BLOMGREN und NAUMANN):

## Holzpflanzen:

<i>Salix pentandra</i>	<i>Salix nigricans</i>	<i>Betula pubescens</i>
<i>S. repens</i>	<i>S. phylicifolia</i>	<i>Alnus glutinosa</i>
<i>S. cinerea</i>	<i>Myrica gale</i>	<i>Rhamnus frangula</i>
<i>S. aurita</i>		

## Gräser:

<i>Typhoides arundinacea</i>	* <i>Rh. fusca</i>	<i>Carex Oederi</i>
<i>Hierochloë odorata</i>	<i>Carex pauciflora</i>	<i>C. flava</i>
<i>Agrostis stolonifera</i>	<i>C. paradoxa</i>	<i>C. pseudocyperus</i>
<i>A. canina</i>	<i>C. diandra</i>	<i>C. rostrata</i>
<i>Calamagrostis neglecta</i>	<i>C. disticha</i>	<i>C. vesicaria</i>
<i>C. purpurea</i>	<i>C. canescens</i>	<i>C. lasiocarpa</i>
<i>Molinia coerulea</i>	<i>C. norvegica</i>	<i>Juncus effusus</i>
<i>Eriophorum polystachyum</i>	<i>C. stellulata</i>	<i>J. conglomeratus</i>
<i>E. latifolium</i>	<i>C. elata</i>	<i>J. filiformis</i>
<i>E. vaginatum</i>	<i>C. gracilis</i>	<i>J. lamprocarpus</i>
<i>Scirpus compressus</i>	<i>C. Goodenowii</i>	<i>J. alpinus</i>
<i>Sc. pauciflorus</i>	<i>C. panicea</i>	<i>J. supinus</i>
<i>Sc. trichophorum</i>	<i>C. magellanica</i>	<i>J. bufonius</i>
<i>Rhynchospora alba</i>	<i>C. limosa</i>	

## Kräuter (und Reiser):

<i>Dryopteris thelypteris</i>	<i>Nasturtium palustre</i>	<i>Calluna vulgaris</i>
<i>Equisetum arvense</i>	<i>Drosera rotundifolia</i>	<i>Primula farinosa</i>
<i>Lycopodium inundatum</i>	<i>Dr. longifolia</i>	<i>Lysimachia vulgaris</i>
<i>Selaginella ciliata</i>	<i>Dr. intermedia</i>	<i>Menyanthes trifoliata</i>
<i>Triglochin palustre</i>	<i>Parnassia palustris</i>	<i>Myosotis scorpioides</i>
<i>Scheuchzeria palustris</i>	<i>Rubus chamaemorus</i>	<i>M. caespitosa</i>
<i>Calla palustris</i>	<i>Potentilla anserina</i>	<i>Lycopus europaeus</i>
<i>Orchis maculatus</i>	<i>P. erecta</i>	<i>Mentha litoralis</i>
<i>Malaxis paludosa</i>	<i>Comarum palustre</i>	<i>M. arvensis</i>
<i>Achroanthus monophyllos</i>	<i>Filipendula Ulmaria</i>	<i>Scutellaria galericulata</i>
<i>Polygonum amphibium</i> f. terrestre	<i>Lathyrus palustris</i>	<i>Solanum dulcamara</i>
<i>P. tomentosum</i>	<i>Lythrum salicaria</i>	<i>Veronica scutellata</i>
<i>P. minus</i>	<i>Epilobium parviflorum</i>	<i>Pedicularis palustris</i>
<i>Montia lamprosperma</i>	<i>E. palustre</i>	<i>Galium uliginosum</i>
<i>Stellaria palustris</i>	<i>Cicuta virosa</i>	<i>G. palustre</i>
<i>Sagina nodosa</i>	<i>Peucedanum palustre</i>	<i>G. trifidum</i>
<i>S. procumbens</i>	<i>Cornus suecica</i>	<i>Lobelia dortmanna</i>
<i>Caltha palustris</i>	<i>Empetrum nigrum</i>	<i>Gnaphalium uliginosum</i>
<i>Ranunculus flammula</i>	<i>Ledum palustre</i>	<i>Bidens tripartitus</i>
<i>R. sceleratus</i>	<i>Andromeda polifolia</i>	<i>B. cernuus</i>
<i>R. repens</i>	<i>Oxycoccus quadripetalus</i>	<i>Tussilago farfara</i>
<i>Thalictrum flavum</i>	<i>Vaccinium uliginosum</i>	<i>Leontodon autumnale</i>

Halten wir uns jetzt an die Einteilung von SAMUELSSON (1925), der die Seentypen in Dalarne nach der Vegetation der höheren Wasserpflanzen unterscheidet, so finden wir auf Åland folgende drei Typen: Den *Potamogeton*-See, den *Dy*-See und den *Lobelia*-See. Dieselben Typen unterscheidet auch ALMQUIST (1929) in Uppland. Die *Potamogeton*-Seen werden gekennzeichnet durch einen dichten Gürtel von Schilfgewächsen (*Scirpus lacustris*, *Sc. Tabernaemontani*, die *Typha*-Arten, *Phragmites communis* und *Equisetum fluviatile*), der die Ufer mehr oder weniger vollständig umsäumt und auf der Seeseite an einen Gürtel von Schwimmblattgewächsen (*Potamogeton natans* und *Nymphaeaceen*) grenzt. Ausserdem beherbergen diese Seen eine grosse Anzahl der submersen Wasserblattkräuter, mehrere *Potamogeton*-Arten, *Myriophyllum spicatum*, *M. verticillatum*, *Ceratophyllum demersum* etc. Die Eulitoral-zone, die meistens sumpfig ist (Braunmoor), wird gewöhnlich von einer reichen Helophytenvegetation mit Seggen (*Carex rostrata*, *C. elata*, *C. diandra*) und *Dryopteris thelypteris* als dominierende Arten eingenommen. Ausserdem finden wir dort als wichtige Bestandteile der Vegetation *Carex pseudocyperus*, *Calla palustris*, *Comarum palustre*, *Cicuta virosa*, *Menyanthes trifoliata* und *Naumburgia thyrsiflora*. In der Bodenschicht, die meistens schwach entwickelt ist, finden wir Braunmoose (*Scorpidium scorpioides*, *Amblystegium riparium*, *Paludella squarrosa* und einige andere) sowie anspruchsvolle *Sphagna*.

Die *Potamogeton*-Seen liegen innerhalb der fruchtbaren Laubwaldgebiete Ålands, wo der Boden kalkhaltig ist. Sie sind von Laubwiesen und Kulturböden umgeben. Sie liegen in niedrigem Niveau, weniger als 10 m über der Meeresfläche und sind also ganz junge Seen. Die Landhebung hat in der letzten Zeit auf Åland 0,5—0,6 cm jährlich betragen (s. oben S. 6). Das Wasser ist ziemlich kalkreich. Meine Wasserproben (von 12 Seen) ergaben einen Kalkgehalt von 30—86 mg (CaO) pro Liter, meistens 40—50 mg, und die pH-Bestimmungen zeigten eine ausgeprägt alkalische Reaktion: 7,2—7,8. Von den auf S. 9 aufgezählten Wasserpflanzen sind folgende charakteristisch für diesen Seentypus und kommen in Finnland nur in nahrungsreichen Gewässern vor:

<i>Typha latifolia</i>	<i>Hydrocharis morsus</i>	<i>Ranunculus paucistami-</i>
<i>T. angustifolia</i>	<i>ranae</i>	<i>neus</i>
<i>Sparganium ramosum</i>	<i>Lemna trisulca</i>	<i>R. circinatus</i>
<i>Potamogeton crispus</i>	<i>L. minor</i>	<i>Callitriche autumnalis</i>
<i>P. zosterifolius</i>	<i>Iris pseudacorus</i>	<i>Myriophyllum verticilla-</i>
<i>P. mucronatus</i>	<i>Rumex hydrolapathum</i>	<i>tum</i>
<i>P. obtusifolius</i>	<i>Ceratophyllum demersum</i>	<i>M. spicatum</i>
<i>P. pusillus</i>		

Folgende Arten der *Potamogeton*-Seen sind deutliche Meeresrelikte:

<i>Scirpus maritimus</i>	<i>Scirpus uniglumis</i>	<i>Potamogeton panormita-</i>
<i>Sc. Tabernaemontani</i>	<i>Potamogeton pectinatus</i>	<i>nus</i>



Diese Arten treten bei uns sehr selten in süßen Gewässern auf. *Zannichellia repens*, die in Prästräsk, und *Najas marina*, die in Bjärströmsträsk in Finström gefunden wurde, sind auch unzweifelhaft Meeresrelikte. Sie sind früher in unserem Lande nur von Meerbusen bekannt. In Schweden sind sie im Süßwasser grosse Seltenheiten, kommen aber, wie bekannt, in Mitteleuropa vielerorts in Binnengewässern vor. Das Vorkommen so vieler Meeresrelikte in den Potamogeton-Seen auf Åland kann nicht nur durch das geringe Alter dieser Seen erklärt werden, sondern muss zugleich in Zusammenhang mit dem Kalkgehalt und der alkalischen Reaktion dieser Gewässer gebracht werden, denn in entsprechenden Seen an den Küsten des finnländischen Festlandes, wo der Kalkgehalt sehr gering und die Reaktion nicht ausgeprägt alkalisch ist, finden wir nur sehr wenige Meeresrelikte.

In den Potamogeton-Seen findet eine starke Gytja-Bildung statt.

Die Dy-Seen zeichnen sich im Gegensatz zu den Potamogeton-Seen durch eine sehr spärliche Wasservegetation und durch Artenarmut aus. Längs den Ufern wächst meistens *Equisetum fluviatile* oder *Phragmites communis*. Diese bilden aber nur eine lichte, oft durchbrochene Zone. Die offene Wasserfläche ist allgemein von einem Gürtel aus Wasserrosen umgeben, und hier und da findet man kleine *Potamogeton natans*-Gruppen. Wasserblattkräuter fehlen oder sind sehr spärlich vorhanden. Die Dy-Seen sind zum grössten Teil von *Sphagnum*-Mooren umgeben. Diese werden stellenweise von Felsen unterbrochen. Auf den *Sphagnum*-Mooren (Weissmooren) finden wir folgende Charakterpflanzen:

*Myrica gale*  
*Carex pauciflora*  
*C. limosa*  
*C. magellanica*

*Carex lasiocarpa*  
*Rhynchospora alba*  
*Scheuchzeria palustris*  
*Drosera rotundifolia*

*Drosera longifolia*  
*Oxycoccus quadripetalus*  
*Menyanthes trifoliata*

Die Dy-Seen haben einen lockeren, moderigen Boden und braunes, humus-saures, kalkarmes Wasser; der Kalkgehalt ist höchstens 10 mg pro Liter und pH = 6,2—6,8. Sie liegen innerhalb der sterilen Nadelwaldgebiete Ålands. Sie repräsentieren ein älteres Entwicklungsstadium als die Potamogeton-Seen und liegen gewöhnlich höher als diese, meistens mehr als 10 m ü. d. M.

Die *Lobelia*-Seen sind den Dy-Seen nahe verwandt. Sie haben wie diese eine schwach entwickelte Schilfzone, und submerse Wasserblattkräuter sind sehr spärlich vorhanden. Charakteristisch für diese Seen sind vor allem die Grundblattkräuter *Isoëtes lacustre*, *Ranunculus reptans*, *Littorella uniflora* und *Lobelia dortmanna*. Der Boden ist relativ fest, und die Ufer sind steinig. Der Humusgehalt ist geringer als in den Dy-Seen und das Wasser folglich klarer als in diesen. Der Kalkgehalt ist unbedeutend. Auch die *Lobelia*-Seen finden sich innerhalb der Nadelwaldgebiete.

## IV. Die Algen der Seen.

Nach meinen Untersuchungen kommen in den Seen auf Åland folgende 552 Chlorophyceen, Heterokonten, Characeen, Conjugaten, Cyanophyceen und Rhodophyceen vor:

**Chlorophyceae:**

*Gloeococcus Schroeteri*  
*Tetraspora* sp.  
*Schizochlamys gelatinosus*  
*Pediastrum angulosum*  
 v. *araneosum*  
*P. biradiatum*  
*P. Boryanum*  
*P. duplex*  
*P. integrum*  
*P. tetras*  
*Eremosphaera viridis*  
*Tetraëdron caudatum*  
*T. limneticum*  
*T. lobulatum*  
*T. minimum*  
*T. pentaëdricum*  
*T. quadricuspidatum*  
*T. regulare*  
*T. trigonum*  
*Scenedesmus acuminatus*  
*Sc. acutiformis*  
*Sc. arcuatus*  
*Sc. bijugatus*  
 — v. *alternans*  
*Sc. denticulatus*  
*Sc. dimorphus*  
*Sc. Hystrix*  
*Sc. longus*  
*Sc. obliquus*  
*Sc. quadricauda*  
*Crucigenia rectangularis*  
 — v. *irregularis*  
*Cr. tetrapedia*  
*Kirchneriella lunaris*  
*K. obesa*  
*Dictyosphaerium pulchellum*  
*Dimorphococcus lunatus*  
*Ankistrodesmus falcatus*  
 — v. *spirilliformis*

*Quadrigula lacustris*

*Q. Pfitzeri*

*Coelastrum cambricum*

*C. microporum*

*C. proboscideum*

*Sorastrum americanum*

*Enteromorpha clathrata*

*Ulothrix zonata*

*Binuclearia tatrana*

*Stigeoclonium tenue*

*Draparnaldia glomerata*

*Chaetophora incrassata*

*Aphanochaete repens*

*Coleochaete divergens*

*C. Nitellarum*

*C. orbicularis*

*C. pulvinata*

*C. scutata*

*Microspora amoena*

*M. pachyderma*

*Oedogonium crispum*

*O. cymatosporum*

*O. echinospermum?*

*O. intermedium*

*O. Landsboroughii*

*O. nodulosum* v. *commune*

*O. suecicum*

*O. undulatum*

*Bulbochaete borealis*

*B. Brebissonii*

*B. crassiuscula*

*B. dispar*

*B. insignis*

*B. intermedia*

*B. minor*

*B. mirabilis*

*B. nana*

*B. Nordstedtii*

*B. polyandria*

*B. pygmaea*

*B. rectangularis*

*B. subintermedia*

*B. tenuis* v. *norvegica*

*B. varians*

*Rhizoclonium hieroglyphicum*

*Cladophora crispata*

*Cl. fracta*

*Aegagropila Martensii*

*Vaucheria* sp.

**Heterokontae:**

*Botryococcus Braunii*

*Ophiocytium* sp.

*Tribonema* sp.

*Botrydium granulatum*

**Charophyta:**

*Nitella flexilis*

*Chara aspera*

*Ch. baltica*

*Ch. fragilis*

— v. *delicatula*

*Ch. intermedia*

*Ch. tomentosa*

**Conjugatae:****Zygnemaceae:**

*Mougeotia capucina*

*M. laetevirens*

*Zygnema ster.*

*Spirogyra bellis*

*Sp. fluviatilis?*

*Sp. gracilis*

*Sp. kuusamoënsis*

*Sp. majuscula*

*Sp. mirabilis*

*Sp. Nägelii*

*Sp. scrobiculata*

*Sp. Spreetiana*

*Sp. varians*

<i>Desmidiaceae:</i>		
<i>Gonatozygon Brebissonii</i>	— <i>v. angustum</i>	<i>E. insigne</i>
<i>G. Kinahanii</i>	<i>Cl. praelongum</i>	<i>E. insulare</i>
<i>G. monotaenium</i>	<i>Cl. Pritchardianum</i>	<i>E. intermedium</i>
— <i>v. pilosellum</i>	<i>Cl. Pseudodiana</i>	<i>E. lapponicum</i>
<i>Genicularia Spirotaenia</i>	<i>Cl. Ralfsii v. hybridum</i>	<i>E. Lütkenmülleri</i>
<i>Spirotaenia condensata</i>	<i>Cl. regulare</i>	<i>E. monocylum v. germanicum</i>
<i>Cylindrocystis Brebissonii</i>	<i>Cl. rostratum</i>	<i>E. oblongum</i>
<i>C. crassa</i>	<i>Cl. setaceum</i>	<i>E. pectinatum</i>
<i>Netrium digitus</i>	<i>Cl. striolatum</i>	— <i>v. inevolutum</i>
— <i>v. constrictum</i>	<i>Cl. toxon</i>	<i>E. pinnatum</i>
<i>N. interruptum</i>	<i>Cl. tumidum</i>	<i>E. pulchellum v. retusum</i>
<i>N. Nägelii</i>	— <i>v. nylandicum</i>	<i>E. rostratum</i>
<i>N. oblongum</i>	<i>Cl. turgidum</i>	<i>E. sibiricum</i>
<i>Penium cylindrus</i>	<i>Cl. Ulna</i>	— <i>f. exsecta</i>
<i>P. exiguum</i>	<i>Cl. Venus</i>	<i>E. sinuosum</i>
<i>P. margaritaceum</i>	<i>Docidium Baculum</i>	<i>E. Turnerii</i>
<i>P. polymorphum</i>	<i>D. undulatum v. dilatatum</i>	<i>E. validum</i>
<i>P. spirostriolatum</i>	<i>Pleurotaenium coronatum</i>	<i>E. verrucosum</i>
<i>Closterium acerosum</i>	<i>Pl. Ehrenbergii</i>	<i>Micrasterias americana</i>
<i>Cl. aciculare</i>	<i>Pl. maximum</i>	<i>M. angulosa</i>
<i>Cl. angustatum</i>	<i>Pl. minutum</i>	<i>M. apiculata</i>
<i>Cl. Archerianum</i>	— <i>v. crassum</i>	<i>M. brachyptera</i>
<i>Cl. attenuatum</i>	— <i>v. elongatum</i>	<i>M. Crux-Melitensis</i>
<i>Cl. Baillyanum</i>	<i>Pl. nodosum</i>	<i>M. denticulata</i>
<i>Cl. Cornu</i>	<i>Pl. trabecula</i>	— <i>v. notata</i>
<i>Cl. costatum</i>	— <i>v. rectum</i>	<i>M. fimbriata</i>
<i>Cl. Cynthia</i>	<i>Pl. tridentulum</i>	<i>M. Jenneri</i>
<i>Cl. Dianae</i>	<i>Pl. truncatum</i>	<i>M. Mahabuleshwariensis v. Wallichii</i>
<i>Cl. didymotocum</i>	<i>Tetmemorus Brebissonii</i>	<i>M. papillifera</i>
<i>Cl. Ehrenbergii</i>	— <i>v. minor</i>	<i>M. pinnatifida</i>
<i>Cl. gracile</i>	<i>T. granulatus</i>	<i>M. radiata</i>
— <i>v. elongatum</i>	<i>T. laevis</i>	<i>M. rotata</i>
<i>Cl. incurvum</i>	<i>Euastrum ampullaceum</i>	<i>M. Sol</i>
<i>Cl. intermedium</i>	<i>E. ansatum</i>	<i>M. thomasiana</i>
<i>Cl. Jenneri</i>	— <i>v. rhomboidale</i>	<i>M. truncata</i>
<i>Cl. juncidum</i>	<i>E. bidentatum</i>	<i>Cosmarium abbreviatum</i>
<i>Cl. Kützingerii</i>	<i>E. binale</i>	<i>C. abruptum</i>
<i>Cl. Leibleinii</i>	— <i>f. Gutwinski</i>	<i>C. adelochondrum</i>
<i>Cl. Libellula</i>	<i>E. Boldtii</i>	<i>C. amoenum</i>
— <i>v. intermedium</i>	<i>E. crassum</i>	<i>C. angulosum</i>
— <i>v. interruptum</i>	<i>E. denticulatum</i>	— <i>v. concinnum</i>
<i>Cl. lineatum</i>	<i>E. Didelta</i>	<i>C. asphaerosporum</i>
<i>Cl. Lunula</i>	<i>E. dubium</i>	<i>C. bacillare</i>
<i>Cl. Malinvernianum</i>	<i>E. elegans</i>	<i>C. binum</i>
<i>Cl. moniliferum</i>	<i>E. Gayanum</i>	<i>C. bioculatum v. hians</i>
<i>Cl. Navicula</i>	<i>E. gemmatum</i>	<i>C. bipunctatum</i>
<i>Cl. parvulum</i>	<i>E. humerosum</i>	<i>C. Blythii</i>
	<i>E. inerme</i>	

- C. Boeckii*  
*C. Botrytis*  
*C. ceratophorum*  
*C. clepsydra*  
*C. connatum*  
*C. conspersum*  
— *v. latum*  
*C. contractum*  
— *v. ellipsoideum*  
*C. controversum*  
*C. Cucumis*  
*C. Cucurbita*  
*C. curcurbitinum*  
*C. cymatonotophorum*  
*C. Debaryi*  
*C. dacachondrum*  
*C. depressum*  
— *v. achondrum*  
*C. didymoprotubsum*  
*C. difficile*  
*C. diplosporum*  
*C. elegantissimum*  
— *v. simplicius*  
*C. elongatum*  
*C. exiguum*  
*C. fontigenum*  
*C. formosulum*  
— *v. Nathorstii*  
*C. furcatospermum*  
*C. globosum v. minus*  
*C. gonoides*  
*C. granatum*  
— *v. Nordstedtii*  
*C. hibernicum*  
*C. hornavanense*  
*C. humile*  
*C. impressulum*  
*C. isthmium*  
*C. isthmochondrum*  
*C. Kjellmanii v. grande*  
*C. laeve*  
— *v. cymatium*  
— *v. septentrionale*  
*C. latifrons*  
*C. Lomnicense*  
*C. Lundellii v. ellipticum*  
*C. Malinvernianum*  
*C. margaritatum*  
*C. margaritiferrum*  
*C. Meneghinii*  
— *v. Braunii*  
*C. moniliiforme*  
— *v. subpyriforme*  
*C. monomazum*  
— *v. polymazum*  
*C. Novae-Semliae v. sibiricum*  
*C. Norimbergiense*  
*C. obsoletum*  
*C. obtusatum*  
*C. ocellatum*  
*C. ochtodes*  
— *v. amoebum*  
*C. ornatum*  
*C. orthostichum*  
*C. ovale*  
*C. pachydermum*  
— *v. aethiopicum*  
*C. Palangula*  
*C. perforatum*  
*C. perminutum*  
*C. Phaseolus v. elevatum*  
— *f. minor*  
*C. Portianum*  
— *v. reniforme*  
*C. praegrande*  
*C. praemorsum*  
*C. prominulum v. subundulatum*  
*C. protractum*  
*C. pseudoconnatum*  
*C. pseudoexiguum v. hexagonum*  
*C. pseudoornatum*  
*C. pseudoprotuberans*  
— *v. angustus*  
*C. pseudopyramidatum*  
*C. pseudoretusiforme*  
*C. punctulatum*  
*C. pygmaeum*  
*C. pyramidatum*  
*C. quadratulum*  
*C. quadratum*  
— *v. angustatum*  
*C. quadrum*  
*C. quinarium*  
*C. Raciborskii*  
*C. Ralskii*  
*C. rectangulare*  
— *v. cambrense*  
*C. Regnellii*  
*C. Regnesi*  
— *v. montanum*  
*C. reniforme*  
*C. repandum*  
*C. retusiforme*  
*C. retusum*  
*C. Schmidlei*  
*C. sexangulare*  
— *f. minima*  
*C. smolandicum*  
*C. speciosum*  
— *v. biforme*  
— *v. Rostafinskii*  
*C. sphagnicolum*  
*C. striolatum*  
*C. subcostatum*  
*C. Subcucumis*  
*C. subimpressulum*  
*C. subochtodes*  
*C. subprotumidum*  
*C. subrectangulare*  
*C. subspeciosum*  
*C. subtumidum*  
*C. subundulatum*  
*C. sulcatum*  
*C. taxichondriforme*  
*C. tetraophthalmum*  
*C. tinctum*  
*C. trachypleurum*  
*C. tuddalense*  
*C. tumidum*  
*C. turgidum*  
*C. Turpinii*  
— *v. eximium*  
— *v. podolicum*  
*C. undulatum*  
*C. Ungerianum*  
*C. variolatum*  
*C. venustum*  
— *v. excavatum*  
*C. vogesiacum*  
*C. Wittrockii v. quasidepressum*  
*C. zonatum*  
*Xanthidium antilopaeum*  
— *v. basiornatum*



— v. <i>crameri</i>	— v. <i>patens</i>	<i>St. orbiculare</i>
— v. <i>dimazum</i>	<i>St. Dickiei</i>	— v. <i>depressum</i>
— v. <i>laeve</i>	— v. <i>circulare</i>	— v. <i>hibernicum</i>
— v. <i>ornatum</i>	<i>St. dilatatum</i>	— v. <i>Ralfsii</i>
— v. <i>polymazum</i>	<i>St. dimazum</i>	<i>St. oxyacanthum</i>
<i>X. armatum</i>	<i>St. disputatum</i>	— v. <i>polyacanthum</i>
<i>X. cristatum</i>	— v. <i>extensum</i>	<i>St. paradoxum</i>
<i>X. fasciculatum</i>	— v. <i>sinense</i>	— v. <i>longipes</i>
<i>X. tetracentrotum</i> f. <i>protuberans</i>	<i>St. elongatum</i>	— v. <i>parvum</i>
<i>Arthrodesmus bifidus</i>	<i>St. erasum</i>	<i>St. polymorphum</i>
— v. <i>latidivergens</i>	<i>St. forficulatum</i>	<i>St. polytrichum</i>
<i>A. Bulnheimii</i> v. <i>subincus</i>	<i>St. furcatum</i>	<i>St. pseudopelagicum</i>
<i>A. convergens</i>	<i>St. furcigerum</i>	<i>St. pseudosebaldii</i>
<i>A. Incus</i>	— v. <i>armigerum</i>	— v. <i>simplicius</i>
— v. <i>extensum</i>	<i>St. gladiosum</i>	<i>St. pseudotetracerum</i>
— f. <i>minor</i>	<i>St. gracile</i>	<i>St. quadrangulare</i>
— v. <i>Ralfsii</i>	<i>St. grillatorium</i>	<i>St. quadricornutum</i>
<i>A. octocornis</i>	— v. <i>miedzyrzeczense</i>	<i>St. Renardii</i>
— f. <i>impar</i>	<i>St. granulorum</i>	<i>St. rugulosum</i>
<i>A. triangularis</i>	<i>St. Hantschii</i>	<i>St. saxonicum</i>
<i>Staurastrum aciculiferum</i>	<i>St. hexacerum</i>	<i>St. scabrum</i>
<i>St. aculeatum</i>	<i>St. hystrix</i>	<i>St. Sebaldi</i>
<i>St. alternans</i>	— v. <i>pannonicum</i>	— v. <i>productum</i>
<i>St. anatinum</i>	<i>St. inconspicuum</i>	<i>St. setigerum</i>
— v. <i>curtum</i>	<i>St. inflexum</i>	<i>St. sexangulare</i>
<i>St. apiculatum</i>	<i>St. iotatum</i>	— v. <i>crassum</i>
<i>St. Arachne</i>	<i>St. irregulare</i>	<i>St. sexcostatum</i>
<i>St. Arctiscon</i>	<i>St. jaculiferum</i>	<i>St. Simonyi</i>
<i>St. asperatum</i>	<i>St. Johnsonii</i>	<i>St. spongiosum</i>
<i>St. aversum</i>	<i>St. laeve</i>	<i>St. subavicula</i>
<i>St. avicula</i>	<i>St. lapponicum</i>	<i>St. subpygmaeum</i>
— v. <i>subarcuatum</i>	<i>St. longiradiatum</i>	<i>St. subscabrum</i>
<i>St. boreale</i>	<i>St. longispinum</i>	<i>St. teliferum</i>
<i>St. brachiolum</i>	<i>St. lunatum</i>	<i>St. tetracerum</i>
<i>St. brachiprominens</i> v. <i>Archerianum</i>	— v. <i>planctonicum</i>	<i>St. tohopecaligense</i>
<i>St. Brebissonii</i>	<i>St. maamense</i>	— v. <i>trifurcatum</i>
<i>St. brevispinum</i>	<i>St. Manfeldtii</i>	<i>St. tumidum</i>
<i>St. cerastes</i>	<i>St. margaritaceum</i>	<i>St. vestitum</i>
<i>St. Clevei</i>	— v. <i>coronulatum</i>	<i>Cosmocladium tumidum</i>
<i>St. connatum</i>	<i>St. megacanthum</i>	<i>Sphaerozosma excavatum</i>
<i>St. controversum</i>	— v. <i>scoticum</i>	— v. <i>subquadratum</i>
<i>St. crenulatum</i>	<i>St. mucronatum</i>	<i>Sph. granulatum</i>
<i>St. cristatum</i>	<i>St. muticum</i>	<i>Sph. vertebratum</i>
<i>St. curvatum</i>	<i>St. natator</i>	<i>Onychonema filiforme</i>
<i>St. cuspidatum</i>	<i>St. neglectum</i>	<i>O. laeve</i>
<i>St. dejectum</i>	<i>St. oligacanthum</i> v. <i>incisum</i>	— v. <i>micranthum</i>
	— v. <i>podlachicum</i>	<i>Spondylosium planum</i>
	<i>St. O'Meari</i>	<i>Sp. pulchellum</i>
		<i>Hyalotheca dissiliens</i>

*H. mucosa*  
*H. undulata*  
*Desmidiium aptogonum*  
 — v. *Ehrenbergii*  
*D. asymmetricum*  
*D. Baileyi*  
*D. graciliceps*  
*D. Grevillei*  
*D. pseudostreptonema*  
 — f. *elliptica*  
 — f. *triquetra*  
*D. Swartzii*  
 — v. *amblyodon*  
*Bambusina Borreri*

**Rhodophyceae:**

*Asterocystis ramosa*  
*Batrachospermum pyramidale*  
*B. vagum* v. *keratophyllum*

**Cyanophyceae:**

*Chroococcales:*

*Aphanocapsa elachista*  
 — v. *conferta*  
*A. pulchra*  
*Aphanothece Castagnei*  
*A. microscopica*  
*A. microspora*  
*A. nidulans*  
*A. saxicola*  
*A. stagnina*  
*Microcystis aeruginosa*  
*M. elabens*  
*M. flos aquae*  
*M. pulvereae*  
*Chroococcus dispersus*  
*Chr. limneticus*  
*Chr. minutus*

*Chr. schizodermaticus*  
*Chr. turgidus*  
*Gloeothece rupestris* v.  
     *maxima*  
*Gomphosphaeria aponina*  
*G. lacustris*  
*Coelosphaerium Kützingerianum*  
*C. Naegelianum*  
*Merismopedia elegans*  
*M. glauca*  
*M. punctata*  
*M. tenuissima*  
*Synechococcus aeruginosus*  
*S. maior*

*Hormogonales:*

*Stigonema informe*  
*St. mamillosum*  
*St. ocellatum*  
*Hapalosiphon fontinalis*  
*H. hibernicus*  
*H. intricatus*  
*Calothrix Braunii*  
*C. fusca*  
*C. parietina*  
*C. stagnalis*  
*Dichothrix compacta*  
*D. gypsophila*  
*Gloeotrichia echinulata*  
*Gl. intermedia*  
*Gl. natans*  
*Gl. Pisum*  
*Rivularia Biasolettiana*  
*Plectonema notatum*  
*Tolypothrix distorta*  
 — v. *penicillata*  
*T. lanata*  
*T. limbata*  
*T. tenuis*

*Scytonema mirabile*  
*Nostoc coeruleum*  
*N. Kihlmani*  
*N. pruniforme*  
*N. sphaericum*  
*Anabaena catenula* v. *solitaria*  
*A. circinalis*  
*A. flos aquae*  
*A. lapponica*  
*A. oscillarioides*  
*A. subcylindrica*  
*Cylindrospermum majus*  
*C. stagnale*  
*Aphanizomenon flos aquae*  
*Oscillatoria Agardhii*  
*O. amoena*  
*O. amphibibia*  
*O. anguina*  
*O. chalybea*  
*O. limnetica*  
*O. limosa*  
*O. princeps*  
*O. sancta*  
*O. splendida*  
*O. tenuis*  
*O. terebriformis*  
*Phormidium laminosum*  
*Ph. mucicola*  
*Ph. uncinatum*  
*Lyngbya aerugineo-coerulea*  
*L. aestuarii*  
*L. Kützingerii*  
*L. limnetica*  
*L. mucicola*  
*L. perelegans*  
*L. rivulariarum*  
*Symploca muscorum*

## V. Die Algen der verschiedenen Seentypen.

Vergleichen wir jetzt die Algenvegetation in den verschiedenen åländischen Seen, so finden wir deutlich hervortretende Unterschiede bei den verschiedenen Seentypen. Die *Potamogeton*-Seen sind reich an Chlorophyceen und Cyanophyceen, aber arm an Desmidiaceen, während die *Dy*-Seen dagegen eine verhältnismässig geringe Anzahl Chlorophyceen und auch ziemlich wenig Cyanophyceen aufweisen, aber eine reiche Desmidiaceen-Flora beherbergen. Die *Lobelia*-Seen zeigen eine grosse Ähnlichkeit mit den *Dy*-Seen, sind aber nicht so reich wie diese an Desmidiaceen. Diese Verhältnisse veranschaulicht die hier beigefügte Tabelle.

	Finbacka-träsk	Östergeta Byträsk	Höckböle-träsk	Nätö Hemviken	Bertby-Tjänan	Långbergsöda- Tjänan	Gästerby- Tjänan	Kvarnsjö
<i>Chlorophyceae</i> <sup>1)</sup> .....	12	20	16	16	8	7	12	5
<i>Cyanophyceae</i> .....	13	25	15	14	6	11	12	16
<i>Desmidiaceae</i> .....	22	39	9	18	61	58	71	57
Zusammen	47	84	40	48	75	76	95	78

Bei Durchmusterung dieser Tabelle muss man aber beachten, dass es unter den Chlorophyceen und den Cyanophyceen eine grosse Anzahl nicht bestimmbarer Formen gibt, was zur Folge hat, dass die Zahlen für die *Potamogeton*-Seen viel zu klein sind (s. auch S. 19). Långbergsöda-Tjänan ist etwas weniger genau untersucht als die übrigen Seen in der Tabelle. Dadurch wird seine relativ niedrige Desmidiaceen-Zahl erklärlich. Die vier ersterwähnten Seen sind *Potamogeton*-Seen, die drei folgenden *Dy*-Seen, und der letzte ist ein *Lobelia*-See.

Die *Potamogeton*-Seen, die eine reiche Phytoplankton-Produktion aufweisen, gehören zum eutrophen Seentypus. Die *Lobelia*-Seen sind ortho-oligotroph und die *Dy*-Seen para-oligotroph oder dystroph. Siehe NAUMANN 1932.

### 1. Die *Potamogeton*-Seen.

Wenn man mit einer algologischen Untersuchung eines *Potamogeton*-Sees beginnt, fällt sofort der grosse Reichtum an den fadenförmigen Chlorophyceen (inklusive Konjugaten) auf, die an den höheren Wasserpflanzen festsitzen

<sup>1)</sup> Inklusive *Heterokontae*, *Charophyta* und *Zygnemaceae*.

oder zwischen ihnen umhertreiben. Eine Charakterart ist gewöhnlich *Cladophora fracta*, die teils an den Steinen und höheren Wasserpflanzen festsitzt, aber oft grosse lose Watten bildet (Abb. 16). In Östergeta-Byträsk bildete sie im Sommer 1933 eine weit ausgedehnte Assoziation zusammen mit dem Wassermoos *Drepanocladus fluitans* (Abb. 7). In den süßen Gewässern Ålands kommt *Cladophora* nur in denjenigen mit ausgeprägt alkalischer Reaktion vor (die kalkreichen). ULEHLA's Untersuchung (1923) zeigt auch deutlich, dass *Cladophora* an alkalische Gewässer gebunden ist (s. auch WEHRLE 1927). Die Oedogoniaceen und Zygnemaceen machen auch einen wichtigen Bestandteil der Algenvegetation in diesen Seen aus. An den Stämmen der Schilfgewächse findet man regelmässig *Bulbochaete*- und *Coleochaete*-Arten, die besonders an *Equisetum* sich reichlich ansiedeln. An der recht unebenen Oberfläche der *Equisetum*-Stämme finden die Algen gute Anheftungspunkte. An Steinen und Pflanzenstämmen tritt hier und da die an ihrem korallenähnlich geformten Thallus schon mit blossem Auge leicht kenntliche *Chaetophora incrassata* auf. Diese Art habe ich nur in den Potamogeton-Seen gefunden. Die Oedogoniaceen und Zygnemaceen treten sicherlich mit einer recht grossen Artenzahl auf, aber da diese Algen meist nur steril angetroffen werden, kann hierüber nichts mit Bestimmtheit geäussert werden. Ich will hier jedoch erwähnen, dass ich im ganzen 24 Oedogoniaceen und 12 Zygnemaceen in den åländischen Seen fertil angetroffen habe.

Am Boden der Potamogeton-Seen bilden die Characeen *Chara fragilis* und *Chara aspera* weit ausgedehnte Bestände, und hier und da findet man *Nitella flexilis*. In einigen Seen wurde *Chara intermedia* angetroffen. *Chara fragilis* ist in den Seen auf Åland allgemein verbreitet, nur nicht in den ausgeprägt sauren und oligotrophen Gewässern. *Chara aspera*, die in den Meerbusen allgemein verbreitet ist, wird nur in den jungen, kalkreichsten Seen angetroffen (meistens nur ein paar Meter ü. d. M.), wo sie oft zusammen mit *Chara fragilis* vorkommt (s. CEDERCREUTZ 1933). Oft findet man *Aegagropila Martensii* auf den Seeböden. Sie kann dort in grossen Mengen auftreten.

Unter den Cyanophyceen verdienen vor allem *Tolypothrix lanata*, *T. distorta* und *T. tenuis* sowie *Gloeotrichia Pisum* und *Gl. natans* erwähnt zu werden, die allgemein an den Wasserpflanzen angetroffen werden. An *Cladophora fracta* und *Aegagropila Martensii* wächst allgemein die epiphytische Alge *Lyngbya Kützingerii*. Im Bodenschlamm findet man Chroococcaceen und Oscillatoriaceen, von denen *Aphanothece microscopica*, *Chroococcus turgidus*, *Merismopedia glauca*, *Oscillatoria sancta* und *O. tenuis* die häufigsten zu sein scheinen.

Unter den Fadenalgen finden sich einzellige Chlorophyceen und Desmidiaceen ( $\pm$  vereinzelt). Hier verdienen folgende dort allgemein vorkommende Arten aufgezählt zu werden:



<i>Pediastrum Boryanum</i>	<i>C. contractum</i> v. <i>ellipsoideum</i>	<i>C. quadratum</i>
<i>P. duplex</i>		<i>C. reniforme</i>
<i>P. tetras</i>	<i>C. depressum</i> v. <i>achondrum</i>	<i>C. subprotumidum</i>
<i>Scenedesmus bijugatus</i>		<i>C. tetraophthalmum</i>
<i>Sc. quadricauda</i>	<i>C. difficile</i>	<i>C. Turpinii</i>
<i>Closterium moniliferum</i>	<i>C. formosulum</i>	<i>Xanthidium antilopaeum</i>
<i>Cl. parvulum</i>	<i>C. granatum</i>	<i>Staurostrum crenulatum</i>
<i>Euastrum bidentatum</i>	<i>C. humile</i>	<i>St. dilatatum</i>
<i>E. denticulatum</i>	<i>C. impressulum</i>	<i>St. gracile</i>
<i>E. insulare</i>	<i>C. Meneghinii</i>	<i>St. orbiculare</i> v. <i>depressum</i>
<i>E. verrucosum</i>	<i>C. Pachydermum</i>	
<i>Cosmarium Boeckii</i>	<i>C. Portianum</i>	<i>St. tetracerum</i>
<i>C. Botrytis</i>	<i>C. protractum</i>	<i>Hyalotheca dissiliens</i>
<i>C. connatum</i>	<i>C. punctulatum</i>	<i>Desmidiium Swartzii</i>

Wir kommen dann zum Phytoplankton. Hierüber fasse ich mich diesmal ganz kurz, hoffe aber in baldiger Zukunft darüber nähere Auskunft geben zu können. Das Phytoplankton hat in den verschiedenen Potamogeton-Seen eine recht ungleiche Zusammensetzung. In denjenigen Seen, die lehmige Ufer haben und zum grossen Teil von Siedelungen umgeben sind, die das Wasser verunreinigen, stellen die wasserblütenbildenden Cyanophyceen (*Microcystis aeruginosa*, *M. flos aquae*, *Anabaena circinalis*, *A. flos aquae*, *Aphanizomenon flos aquae* und *Gloeotrichia echinulata*) die wichtigsten Planktonarten dar. Sie erreichen im Spätsommer ihre Hochproduktion und rufen dann oft eine starke Vegetationsfärbung hervor, ein typisch baltisches Plankton (s. TEILING 1916 und STRØM 1924). In denjenigen Seen, die ringsum von moorigen Ufern umgeben sind, finden wir ein viel schwächer ausgebildetes Plankton. Dort dominieren die Peridineen. Häufig ist *Ceratium hirundinella*, die auch sonst sehr verbreitet ist. Nach HÖLL ist diese Art eurytroph. Am artenreichsten ist das Plankton in Seen mit verschiedenartigen Ufern, was ja ganz natürlich erscheint. Wir können eine sehr bunte Artenzusammensetzung finden (s. die Spezialbeschreibung für Toböle-träsk S. 36). Schliesslich verdient hier noch *Aphanothece stagnina* besonders erwähnt zu werden. Sie ist in den Potamogeton-Seen im allgemeinen sehr verbreitet, und ihre Thallus-Bälle treiben in der ersten Hälfte des Sommers in diesen Gewässern in grossen Mengen umher.

Hier werden alle von den Potamogeton-Seen verzeichneten Planktonalgen aufgezählt. Diejenigen Arten, die mit einem Stern bezeichnet sind, sind, nach den Beobachtungen zu schliessen, in diesen Seen allgemein verbreitet.

<i>Pediastrum biradiatum</i>	<i>Sc. dimorphus</i>	* — v. <i>irregularis</i>
* <i>P. Boryanum</i>	<i>Sc. obliquus</i>	<i>Coelastrum cambricum</i>
* <i>P. duplex</i>	* <i>Sc. quadricauda</i>	* <i>C. microporum</i>
* <i>P. tetras</i>	<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	<i>C. proboscideum</i>
<i>Sorastrum americanum</i>		* <i>Ankistrodesmus falcatulus</i>
* <i>Scenedesmus bijugatus</i>	* <i>Crucigenia rectangularis</i>	

<i>Kirchneriella obesa</i>	<i>St. brachioprominens</i>	<i>Aphanothece microscopica</i>
<i>Tetraëdron limneticum</i>	v. <i>Archerianum</i>	<i>Aph. saxicola</i>
<i>T. lobulatum</i>	<i>St. crenulatum</i>	* <i>Aph. stagnina</i>
<i>T. minimum</i>	<i>St. cuspidatum</i>	* <i>Microcystis aeruginosa</i>
<i>T. quadricuspidatum</i>	<i>St. dimazum</i>	<i>M. flos aquae</i>
<i>T. regulare</i>	<i>St. furcigerum</i>	<i>M. pulverea</i>
* <i>Gloeococcus Schroeteri</i>	* <i>St. gracile</i>	* <i>Chroococcus dispersus</i>
* <i>Botryococcus Braunii</i>	<i>St. granulosum</i>	<i>Chr. limneticus</i>
<i>Cosmarium contractum</i> v.	<i>St. longiradiatum</i>	<i>Gomphosphaeria aponina</i>
<i>ellipsoideum</i>	<i>St. lunatum</i>	* <i>G. lacustris</i>
<i>C. depressum</i> v. <i>achond-</i>	— v. <i>planctonicum</i>	* <i>Coelosphaerium Küt-</i>
<i>rum</i>	<i>St. Manfelftii</i>	<i>zingianum</i>
<i>C. impressulum</i>	<i>St. megacanthum</i>	* <i>C. Naegelianum</i>
<i>C. Pachydermum</i>	<i>St. paradoxum</i>	* <i>Gloeotrichia echinulata</i>
<i>C. Portianum</i>	— v. <i>parvum</i>	<i>Anabaena circinalis</i>
<i>C. subtumidum</i>	<i>St. pseudopelagicum</i>	* <i>A. flos aquae</i>
<i>C. Turpinii</i>	<i>St. pseudosebaldii</i>	* <i>Aphanizomenon flos</i>
<i>Xanthidium antilopaeum</i>	<i>St. tetracerum</i>	<i>aquae</i>
v. <i>dimazum</i>	<i>Sphaerosoma granula-</i>	<i>Oscillatoria Agardhii</i>
<i>Arthrodesmus Incus</i>	<i>tum</i>	<i>O. tenuis</i>
<i>Staurastrum anatinum</i>		

An den Ufern der älteren Potamogeton-Seen finden wir Braunmoore mit einer recht kräftig entwickelten Moosvegetation. Diese Moore, die eine schwach saure Reaktion geben (pH etwa 6), haben eine sehr reiche Desmidiaceen-Flora. In solchen Sümpfen kommen die meisten der im Gebiete angetroffenen Desmidiaceen vor. Ja wir können sagen, dass diejenigen Seen, die im Begriff sind, sich aus Potamogeton-Seen in Dy-Seen zu verwandeln, am reichsten an Desmidiaceen sind. In den jüngeren Potamogeton-Seen, die als typische Repräsentanten dieser Art von Seen betrachtet werden müssen, ist die Desmidiaceen-Flora der meistens recht moosarmen Braunmoore arm. Beispiele solcher Seen sind die Potamogeton-Seen in der Tabelle auf S. 49. Aus den Untersuchungen von WEHRLE (1927) und GISTL (1931) geht deutlich hervor, dass die schwach sauren bis neutralen Desmidiaceen-Standorte den grössten Artenreichtum aufweisen. Ich führe hier diejenigen Desmidiaceen an, die allgemein in den Braunmooren vorkommen, und ausserdem Arten, die für diese Sümpfe charakteristisch sind. Die letzteren sind mit einem Stern bezeichnet.

<i>Netrium Digitus</i>	<i>Pl. trabecula</i>	<i>E. pulchellum</i> v.
* <i>Closterium Kützingii</i>	* <i>Pl. truncatum</i>	<i>retusum</i>
<i>Cl. moniliferum</i>	<i>Tetmemorus granulatus</i>	<i>Micrasterias Crux Meli-</i>
<i>Cl. parvulum</i>	<i>Euastrum bidentatum</i>	<i>tensis</i>
<i>Cl. selaceum</i>	<i>E. elegans</i>	* <i>M. fimbriata</i>
<i>Pleurotaenium Ehrenber-</i>	<i>E. oblongum</i>	<i>M. rotata</i>
<i>gii</i>	<i>E. pectinatum</i>	<i>M. truncata</i>

<i>Cosmarium Boeckii</i>	<i>C. humile</i>	* <i>C. Wittrockii</i> v. <i>quasi-</i>
* <i>C. Botrytis</i>	<i>C. impressulum</i>	<i>depressum</i>
<i>C. connatum</i>	<i>C. laeve</i>	<i>Staurastrum Brebissonii</i>
* <i>C. conspersum</i>	<i>C. pachydermum</i>	<i>St. dilatatum</i>
<i>C. difficile</i>	<i>C. punctulatum</i>	<i>St. Manfeldtii</i>
* <i>C. formosulum</i>	* <i>C. tetraophthalmum</i>	<i>Hyalotheca dissiliens</i>
<i>C. granatum</i>	* <i>C. turgidum</i>	<i>Desmidiium Swartzii</i>

## 2. Die Dy-Seen.

An den Ufern der Dy-Seen am Aussenrande der *Sphagnum*-Moore finden wir eine überall sehr gleichartige, artenarme Vegetation von fadenförmigen Algen: Cyanophyceen, Oedogoniaceen, *Microspora*-Arten und Zygnemaceen. Unter ihnen bemerken wir vor allem *Hapalosiphon intricatus*, *H. hibernicus*, *Stigonema ocellatum*, *Tolypothrix lanata*, *Scytonema mirabile* und *Binuclearia tatrana*, die als Charakterarten dieser Moorufer betrachtet werden müssen, obwohl sie alle ausser der letzterwähnten Art auch an anderen Seeufern vorkommen. Eine der wichtigsten Arten ist auch *Batrachospermum vagum*, die von den Potamogeton-Seen nicht bekannt ist, aber in den Dy-Seen regelmässig angetroffen wird und dort schöne Büschel an alten verfaulenden, ins Wasser gefallen Baumstämmen und dgl. bildet. Die Fadenalgen können zuweilen recht grosse Watten bilden, erreichen aber bei weitem nicht dieselbe reiche Entwicklung wie in den Potamogeton-Seen. Soviel ich beurteilen konnte, ist die Artenzahl in diesen auch viel grösser als in den Dy-Seen. Leider ist es mir nicht möglich, darüber nähere Auskunft zu geben, da die fraglichen Arten zum grossen Teil nicht bestimmt werden konnten, weil sie steril waren.

Die *Sphagnum*-Moore beherbergen eine ziemlich reiche, aber vor allem sehr charakteristische Desmidiaceen-Flora. Folgende Arten dürften dort regelmässig angetroffen werden:

<i>Cylindrocystis Brebissonii</i>	<i>Pleurotaenium Ehrenbergii</i>	<i>E. pectinatum</i>
<i>Netrium Digitus</i>	* <i>Pl. minutum</i>	<i>E. pinnatum</i>
* <i>N. oblongum</i>	* <i>Pl. nodosum</i>	<i>E. pulchellum</i> v. <i>retusum</i>
<i>Penium polymorphum</i>	<i>Pl. Trabecula</i>	* <i>E. sinuosum</i>
<i>Closterium Archerianum</i>	* <i>Tetmemorus Brebissonii</i> v. <i>minor</i>	<i>Micrasterias denticulata</i>
<i>Cl. Baillyanum</i>	<i>T. granulatus</i>	* <i>M. pinnatifida</i>
* <i>Cl. costatum</i>	* <i>T. laevis</i>	* <i>M. truncata</i>
* <i>Cl. intermedium</i>	<i>Euastrum ansatum</i>	* <i>Cosmarium amoenum</i>
* <i>Cl. juncidum</i>	<i>E. binale</i>	<i>C. Blythii</i>
* <i>Cl. Libellula</i>	* <i>E. crassum</i>	<i>C. connatum</i>
<i>Cl. striolatum</i>	<i>E. elegans</i>	* <i>C. Cucurbita</i>
* <i>Docidium Baculum</i>	* <i>E. insigne</i>	<i>C. Debaryi</i>
* <i>D. undulatum</i> v. <i>dilatatum</i>	<i>E. oblongum</i>	<i>C. difficile</i>
		<i>C. granatum</i>
		<i>C. humile</i>

<i>C. margaritifera</i>	* <i>Xanthidium armatum</i>	<i>St. dilatatum</i>
<i>C. ornatum</i>	<i>Arthrodesmus Incus</i> v.	<i>St. gracile</i>
* <i>C. pseudopyramidatum</i>	<i>Ralfsii</i>	* <i>St. margaritaceum</i>
<i>C. punctulatum</i>	<i>A. octocornis</i>	<i>St. polymorphum</i>
* <i>C. pyramidatum</i>	<i>Staurostrum aciculiferum</i>	* <i>St. scabrum</i>
<i>C. quadratum</i>	* <i>St. Arachne</i>	<i>St. teliferum</i>
<i>C. subtumidum</i>	<i>St. brachiatum</i>	<i>Bambusina Borreri</i>
<i>C. tetraophthalmum</i>		

Die mit einem Stern bezeichneten Arten möchte ich als besonders charakteristisch für die *Sphagnum*-reichen Moorgesellschaften auf Åland betrachten. Sie kommen dort ausschliesslich oder vorzugsweise nur in solchen Assoziationen vor. In der Literatur finden wir, dass der Artenbestand der Desmidiaceen-Gesellschaften in den *Sphagnum*-reichen Moorassoziationen der gemäßigten Zone eine sehr gleichartige ist (s. vor allem MAGDEBURG 1925 und 1926, aber auch STEINECKE 1946, SCHRÖDER 1919, DENIS 1925 und KRIEGER 1931). Die Ähnlichkeit der Desmidiaceen-Vegetation der in diesen Arbeiten behandelten *Sphagnum*-Moore mit den meinigen ist sehr auffallend.

Das Phytoplankton der Dy-Seen ist immer sehr unbedeutend. Man findet meistens fast nur Zooplankton. Von den Phytoplanktonten verdient hier nur *Botryococcus Braunii* besonders erwähnt zu werden. Diese Art dürfte man kaum in einem åländischen See vergebens suchen. Ausserdem findet man im Plankton der Dy-Seen Diatomaceen und einzelne Peridineen und Desmidiaceen.

### 3. Die Lobelia-Seen.

Die Lobelia-Seen zeigen in algologischer Hinsicht eine nahe Verwandtschaft mit den Dy-Seen. Irgendwelche für sie besonders charakteristische Arten kenne ich nicht. Es sind negative Merkmale, die diese Seen kennzeichnen. In der Sublitoralzone finden wir an den dort spärlich vorkommenden höheren Wasserpflanzen fadenförmige Algen, und auch an den Felsen und Steinen sehen wir sie hier und da. Diese Algenvegetation ist aber recht schwach entwickelt und artenarm, wie in den Dy-Seen. Wir finden hier dieselben Arten wieder. Die für die Potamogeton-Seen charakteristischen *Cladophora fracta* und *Chaetophora incrassata* fehlen aber hier vollständig. Im Uferschlamm kommen jedoch Protococcaceen (*Scenedesmus* und *Pediastrum*) vor. Solche findet man nur ganz ausnahmsweise in den Dy-Seen. Sie treten aber in den Lobelia-Seen weniger reichlich auf als in den Potamogeton-Seen. In natürlichem Zusammenhang mit dem Fehlen der Sümpfe an den Ufern der in Frag stehenden Seen steht die Armut an Desmidiaceen. Das Phytoplankton ist ebenfalls sehr schwach entwickelt. Die Lobelia-Seen nehmen also eine Zwischenstellung zwischen den Potamogeton-Seen und den Dy-Seen ein. Es ist folglich oft recht schwer auszumachen, zu welchem der drei Typen ein See gerechnet werden soll.



## VI. Die Kleingewässer auf den Schären.

Eine kurze Erwähnung verdienen hier noch die kleinen süßen Gewässer, die wir in Felsenvertiefungen auf den Schären finden. Sie haben ihr eigenartiges Gepräge. Der Felsgrund und die sterile Umgebung überhaupt verleiht ihnen einen oligotrophen Charakter, aber dank den Wasservögeln, die die Schären bewohnen, wird mehreren dieser Gewässer stickstoffhaltige Nahrung zugeführt, die die Algenvegetation deutlich beeinflusst. Wir finden dort grosse Watten von Oedogoniaceen und Zygnemaceen und unter diesen zahlreiche Protococcaceen, Chroococcaceen und Nostocaceen. In dem Tümpel auf Ärtronklobben, der unten (S. 48) näher beschrieben wird, fand ich *Spirogyra majuscula* mit Zygoten. Diese Art dürfte nicht in oligotrophen Gewässern vorkommen. *Cladophora*-Arten findet man dagegen nicht in diesen Gewässern, sondern nur in den kleinen Tümpeln mit brackischem Wasser nahe am Meeresufer. An den Ufern haben sich oft kleine *Sphagnum*-Moore in Felsenrissen und kleinen Vertiefungen entwickelt. In diesen finden wir eine recht reiche Desmidiaceen-Flora. Das Wasser wird dann auch von Humussäuren braungefärbt. Die kleinen Schärengewässer Ålands haben denselben Charakter wie die nyländischen, die LEVANDER und HÄYRÉN untersucht haben (LEVANDER 1900 und HÄYRÉN 1914). Gegenstand einer recht eingehenden algologischen Untersuchung sind aber unsere Schärengewässer noch nicht gewesen. Sie haben vieles von Interesse zu bieten, was zuerst LEVANDER deutlich gezeigt hat.

## VII. Die Periodizität.

Mehrere Forscher haben die verschiedenen Phasen, die die Algenvegetation in den Gewässern im Verlaufe eines Jahres durchläuft, recht eingehend studiert. Es hat sich dabei gezeigt, dass diese Frage sehr kompliziert ist. Die verschiedenen Arten verhalten sich sehr verschieden. Sie sind aber teilweise voneinander abhängig und entwickeln sich daher sehr ungleich in verschiedenen Assoziationen. Ausserdem spielt die Witterung eine sehr grosse Rolle und bedingt grosse jährliche Variationen. Ja, zuweilen ist eine Art, die in einem Jahre in einem gewissen Gewässer dominierte, in dem darauffolgenden Jahre dort ganz verschwunden. Aus den Forschungen sind jedoch einige allgemeine Erscheinungen deutlich hervorgegangen. Die Zygnemalen haben in West- und Mitteleuropa ein deutliches Frühjahrsmaximum, worauf eine deutliche Depression im Hochsommer folgt, und im Herbst findet man wieder ein kleineres Maximum. Die im allgemeinen wärmeliebenden Cyanophyceen erreichen ihre Hochproduktion im Hochsommer, so auch die Desmidiaceen. Oedogonien

findet man reichlich den ganzen Sommer hindurch, aber wahrscheinlich doch am zahlreichsten in den wärmsten Sommermonaten (s. FRITSCH 1906, FRITSCH und RICH 1907, HODGETTS 1922, MAGDEBURG 1925 und DENIS 1925). Eine deutliche *Spirogyra*-Periodizität hat auch TRANSEAU (1916) in den Vereinigten Staaten von Nord-Amerika festgestellt. Im Hochschwarzwald hat MAGDEBURG aber keine Periodizität feststellen können.

Ich habe noch keine eingehenden Untersuchungen über die Periodizität der Algen auf Åland angestellt. Aus meinen Beobachtungen geht jedoch recht deutlich hervor, dass die Zygnemaceen dort keine ausgeprägten Maxima haben. Man findet sie fruktifizierend den ganzen Sommer hindurch. Die reichste Entfaltung erreicht die Algenvegetation in den Seen im August. Die Cyanophyceen und Desmidiaceen sind dann am zahlreichsten, und die *Cladophora*-Watten sind auch in diesem Monat am grössten. Einige Algen treten jedoch vorzugsweise im Frühjahr auf. Das ist der Fall mit *Tribonema* und mit *Aphanothece stagnina*. Die letzterwähnte Art, die, wie schon hervorgehoben wurde (s. S. 20), im Frühsommer in grosser Menge in den Seen herumtreibt, verschwindet im Hochsommer allmählich.

### VIII. Schlussbemerkungen.

Ich hoffe, dass diese kurze allgemeine Schilderung der Algenvegetation in den Seen auf Åland eine klare Vorstellung von den grossen Variationen, die die verschiedenen Seen aufzuweisen haben, geben kann. Die von SAMUELSSON auf Grund der höheren Wasserpflanzen aufgestellten Seentypen scheinen bei der Behandlung der Algenvegetation mit Vorteil benutzt werden zu können. Die Potamogeton-Seen repräsentieren jedoch, so wie ich sie für Åland begrenzt habe, einen sehr kollektiven Typus. Bei näherer Untersuchung werden Untertypen unterschieden werden können, was deutlich aus dem Obigen hervorgehen dürfte. Ich habe auch zeigen wollen, dass die Algenvegetation in den Seen und Kleingewässern auf Åland dem Algologen und dem Naturforscher überhaupt sehr viele interessante Probleme zur Lösung darbietet. Die von der Landhebung bedingten beständig stattfindenden Veränderungen in der Verteilung von Land und Wasser werfen viele wichtige Fragen auf, wie PALMGREN in seinen Arbeiten hervorgehoben hat. Dass sie in diesem Zusammenhang dem Naturforscher eine Fülle fesselnder Probleme in die Hand gibt, ist offenbar. Für das Studium der jährlichen Veränderungen der Algenvegetation ist Åland auch sehr geeignet. Ja, Åland besitzt, besonders wenn man sein kleines Areal und seine nördliche Lage in Betracht zieht, für den Naturforscher einen ganz ungewöhnlichen Reiz.

Wie aus dem Vorwort hervorgehen dürfte, ist es auf Grund des jetzigen Standes der algologischen Forschung belanglos, einen floristischen Vergleich zwischen Åland und den angrenzenden und nahegelegenen Gebieten anzustellen. Es ist jedenfalls deutlich, dass grössere Unterschiede nicht vorhanden sind. Eine Tatsache möchte ich jedoch hier hervorheben. Aus meinen eigenen Beobachtungen und aus den Literaturangaben geht deutlich hervor, dass einige in den kalkreichen Potamogeton-Seen auf Åland allgemein vorkommende Arten, wie z. B. *Cladophora fracta* und *Chaetophora incrassata*, in den süsssen Gewässern auf dem finnländischen Festlande sehr selten sind (*Cladophora*-Arten in Meeresbuchten allgemein). Die Ursache dazu steht offenbar im Zusammenhang mit der Armut Finnlands an alkalischen Gewässern, deren grosse Bedeutung für die Algenvegetation auf Åland ersichtlich wird. Verbreitungsbiologische oder klimatologische Hindernisse liegen hier für diese Arten nicht vor. In den verschiedenen Teilen des åländischen Schärenarchipels ist nach meinen Untersuchungen die Algenflora sehr gleichartig, was mir ganz natürlich erscheint. Mehrere Arten, die offenbar eine grosse ökologische Amplitude haben, wie z. B. *Aphanothece microscopica*, *Chroococcus turgidus* und *Oscillatoria tenuis*, treten mit hoher Frequenz in den verschiedenartigsten Gewässern über das ganze Gebiet hin auf, andere wieder, wie die oben erwähnten, sind streng an die Potamogeton-Seen gebunden, und ein grosser Teil der Desmidiaceen und einige andere Arten (s. oben S. 21—22) kommen nur in den ausgeprägt sauren Gewässern vor, sind aber dort allgemein verbreitet. Von vielen Arten sind nur einzelne zerstreute Vorkommnisse bekannt (Kap. X). Deutlich begrenzte Verbreitungsgebiete habe ich bis jetzt für keine Art feststellen können. Geta und Saltvik sind jedoch offenbar reicher an Desmidiaceen als die übrigen Kirchspiele, was in ganz natürlichem Zusammenhang mit dem besonders grossen Reichtum an sauren Gewässern in den hochliegenden Nadelwaldgebieten des nördlichen Ålands steht. Mehrere Arten sind nur von dieser Gegend bekannt. Zugleich ist zu beachten, dass die in Frage stehenden Kirchspiele etwas genauer untersucht worden sind als die übrigen Teile der Landschaft.

## IX. Spezialbeschreibungen der 30 genauer untersuchten Seen.

Die hier unten beschriebenen 30 genauer untersuchten Seen dienen als Beispiele für die oben beschriebenen verschiedenen Seentypen. Sie sind zum Teil typische Repräsentanten dieser Typen, einige von ihnen nehmen aber eine deutliche Zwischenstellung ein. Die Untersuchungen dieser Seen können nicht als wirkliche Spezialuntersuchungen gelten, genügen aber für eine pflan-

zengeographische und algologische Charakteristik. Die nachstehende Tabelle (S. 49) enthält sämtliche in diesen Seen gefundene Algen. Wie aus den Beschreibungen und schon aus dem auf S. 7 Gesagten hervorgeht, sind nicht alle Seen mit der gleichen Genauigkeit untersucht. Am besten sind diejenigen 8 Seen studiert worden, von denen kartographische Aufnahmen vorliegen. Auf den Karten sind die tonangebenden Gefässpflanzen angemerkt. In mehreren der kleineren Seen stand mir bei der Arbeit kein Boot zur Verfügung (bei jedem Fall besonders erwähnt). Dieses Übel hat jedoch die algologische Untersuchung nicht in höherem Grade beeinträchtigt, da die Algenvegetation längs den Ufern ihre Hauptentwicklung aufweist. Für diejenigen Seen, deren Meereshöhe ich nicht selbst durch Nivellement festgestellt habe, sind ungefähre Höhenangaben aus den russischen topographischen Karten entnommen.

1. Eckerö: *Signilskär Enskärstråk* (»Enskärskärret« genannt). Besucht am 27. 7. 32 und 23. 7. 33. Länge des Sees etwa 150 m, Breite nur 25 m. Tiefe wenigstens an den meisten Stellen unter einem Meter. Höhe ü. d. M. 2,27 m. Fast nur kahle niedrige Felsufer, am W-Ende ein Moor, am E-Ende etwas kalkhaltige Erde (Wiesenvegetation). Enskär ist eine kahle, niedrige Schäreninsel mit nur einzelnen zerstreuten Bäumen. pH = 8.

Charakterpflanze längs den Ufern *Carex lasiocarpa*. Am W-Ende ist sie tonangebend zusammen mit *Menyanthes trifoliata*. Draussen im See einige Gruppen von diesen Arten und von *Potamogeton natans*. S. Abb. 5.

Algenvegetation recht arm. Etwas sterile Oedogoniaceen und Zygnemaceen sowie *Tolypothrix tenuis*. Im grünlich-grauen Bodenschlamm reichlich *Microcystis elabens* zusammen mit *Microcystis aeruginosa* und *Lyngbya limnetica*. Ausserdem verdienen noch folgende Desmidiaceen des Sees hier besonders aufgezählt zu werden: *Cosmarium Boeckii*, *C. Botrytis*, *C. granatum*, *C. humile*, *C. subcostatum*, *C. tetraophthalmum* und *Staurastrum crenulatum*. Im Sumpfe am W-Ende eine verhältnismässig reiche Desmidiaceenflora.

2. Eckerö: *Stor-Fladan*. Besucht am 9. 7. 25 und 12. 8. 31. Ein Potamogeton-See. Länge etwa 600 m und Breite 150 m. Meereshöhe höchstens ein paar Meter. Ausfluss in das Meer durch ein paar ganz kleine Seen (n. s. die Karte). Ufer teils sumpfig, teils steinig und sandig, ein kleiner Felsen im SE. Umgebung teils Laubwald (Weideland), teils Nadelwald. Kalkgehalt des Wassers 50,5 mg/l. pH = 7,6.

Eine nur stellenweise entwickelte Schilfzone hauptsächlich aus *Phragmites communis* und *Typha latifolia*. Grosse Gruppen von *Potamogeton natans*, auch *Nymphaea*. An den sumpfigen Ufern *Carex rostrata* als Charakterart. Von den übrigen Arten des Eulitorals mögen hier noch folgende erwähnt werden: *Carex Buxbaumii*, *C. lasiocarpa* und *Equisetum fluviatile*.

Die wichtigsten Fadenalgen: *Tolypothrix tenuis*, *Oedogonium* spp. (steril) und *Bulbochaete*-Arten (*Bulbochaete intermedia*) sowie Zygnemaceen (ster.). Einzellige Algen: *Pediastrum Boryanum*, *P. duplex*, *P. tetras*, *Scenedesmus bijugatus*, *Sc. dimorphus*, *Sc. quadricauda*, *Crucigenia rectangularis* var. *irregularis*, *Cosmarium Boeckii*, *C. humile*, *C. impressulum* und *C. punctulatum*. Am Seeboden *Chara aspera*. Im Plankton hauptsächlich Peridineen (*Ceratium* etc.), *Aphanothece stagnina*.



Die Untersuchung konnte nur vom Ufer aus ausgeführt werden, weil kein Kahn zur Verfügung stand.

3. *Hammarland: Persängsträsk*. Besucht am 31. 7. 30, 13. 7. 31 und 15. 8. 31. Ein Potamogeton-See. Etwa 700 m lang und 400 m breit. Ein sehr seichter See, exakte Tiefenmessungen liegen nicht vor, aber die Wassertiefe dürfte meistens nicht 1 m übersteigen und beträgt an vielen Stellen im Hochsommer nur ein paar Dezimeter. Höhe ü. d. M. nach der topographischen Karte mehr als 4 m. Die Ufer niedrig und zum grössten Teil sumpfig und moorig (Braunmoor im N und E), das E-Ufer fester, dort ein kleiner Felsen. In der Umgebung Kulturland mit Siedlungen, aber auch etwas Nadelwald. Kalkgehalt des Wassers 45,7 mg/l. pH = 7,3.

In der Schilfzone dominieren abwechselnd *Typha angustifolia* und *Phragmites communis*. Schwimmblattgewächse: *Potamogeton natans*, *Nymphaea* und *Nuphar luteum*. Braunmoorarten: *Equisetum fluviatile*, *Carex rostrata*, *C. pseudo-cyperus* und *Cicuta virosa*.

Die Fadenalgen im See: *Cladophora fracta*, Oedogoniaceen und Conjugaten (steril) sowie *Tolypothrix distorta* v. *penicillata*. Ein gutes Bild von der Algenflora am Ufer gibt eine aus *Utricularia vulgaris* (13. 7. 31) ausgequetschte Probe. Sie enthält folgende Arten:

<i>Pediastrum Boryanum</i>	<i>Mougeotia</i> ster.	<i>C. humile</i>
<i>P. duplex</i>	<i>Closterium Kützingii</i>	<i>C. impressulum</i>
<i>Scenedesmus bijugatus</i>	<i>Cl. moniliferum</i>	<i>C. punctulatum</i>
<i>Sc. obliquus</i>	<i>Cl. parvulum</i>	<i>C. Wittrockii</i> v. <i>quasi-depressum</i>
<i>Crucigenia rectangularis</i> v. <i>irregularis</i>	<i>Cl. setaceum</i>	<i>Arthrodesmus Incus</i> v. <i>extensus</i>
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>	<i>Pleurotaenium Ehrenbergii</i>	<i>Staurastrum apiculatum</i>
<i>Oedogonium</i> sp.	<i>Pl. truncatum</i>	<i>St. Manfeldtii</i>
<i>Bulbochaete</i> sp.	<i>Micrasterias Crux Melitensis</i>	<i>St. polymorphum</i>
<i>Spirogyra</i> sp. (einz. fert. Fäden)	<i>Cosmarium Boeckii</i>	<i>Hyalotheca dissiliens</i>

Eine Bodenschlammprobe enthielt folgende Arten:

<i>Scenedesmus quadricauda</i>	<i>Aphanothece microscopica</i>	<i>Aphanothece saxicola</i>
<i>Zygnema</i> ster.		<i>Chroococcus turgidus</i>
<i>Micrasterias rotata</i>		

Am Seeboden im Sommer 1931 *Nostoc pruniforme* in grossen Mengen; *Chara fragilis*.

Vom Plankton folgende Arten verzeichnet: *Pediastrum duplex*, *Gloeococcus Schroeteri*, *Microcystis pulvevea* und *Coelosphaerium Naegelianum*.

4. *Hammarland: Djäkenböle-träsk*. Besucht am 26. 6. 25, 28. 7. 25 und 31. 7. 31. Ein ganz kleiner Weiher, etwa 300 m lang und 150 m breit. Moorige Ufer rings um den See, ein kleiner Felsen am E-Ufer. Umgebung: Teils Laubwald und Siedlungen, teils Nadelwald. pH etwa 7. Ein alter Potamogeton-See, der im Begriff ist, sich in einen Dy-See umzuwandeln. Am W-Ufer Weissmoor.

Ein Schilfgürtel aus *Equisetum fluviatile*, *Phragmites communis*, *Scirpus lacustris* und *Typha angustifolia*. Schwimmblattgewächse: *Nymphaea alba* und *Nuphar luteum*. Auf dem Weissmoor im W typische Weissmoorarten wie *Erio-*

*phorum polystachyum*, *Rhynchospora alba*, *Carex pauciflora*, *Drosera longifolia*, *Dr. rotundifolia*, *Andromeda polifolia*, *Oxycoccus quadripetalus* u. s. w.; vielerorts an den sumpfigen Ufern des Weiher Braunmoor mit *Glyceria fluitans*, *Ranunculus lingua*, *Cicuta virosa*, *Naumburgia thyrsiflora* etc.

Fadenalgen im See: Oedogoniaceen und Zygnemaceen (steril) sowie *Cladophora fracta* und *Tolypothrix distorta* var. *penicillata*. Protococcaceen: *Pediastrum Boryanum*, *P. tetras*, *Scenedesmus bijugatus*, *Sc. quadricauda* und *Ankistrodesmus falcatus*. *Chara fragilis* var. *delicatula*. Am W-Ufer eine reiche sphagnophile Flora (s. die Tabelle). — Untersuchung nur am Ufer vorgenommen.

5. *Finström*: *Skabbö Holmträsk*. Besucht am 13. 7. 25, 24. 7. 30, 18. 8. 31 und 12. 8. 32. Länge etwa 700 m und Breite 200 m. Ein ganz junger See, der noch nicht vollständig vom Meere abgeschnürt ist. Durch den Ausfluss kann Meerwasser in den See eindringen. Eine Wasserprobe vom Sommer 1931 enthielt ungefähr die Hälfte des Chlorgehaltes, den das Wasser draussen im Finnischen Meerbusen aufweist. Der Ausfluss ist nunmehr aber aufgegraben worden, was ich im Sommer 1932 konstatieren konnte. Jetzt dürfte folglich der Salzgehalt in diesem Brackwassersee noch grösser sein. Kalkgehalt 74,5 mg/l (Bestimmung 1931). pH = 7,6 nach Bestimmung im Sommer 1930 und 1931, aber im Sommer 1932 erhielt ich den Wert 8. Meistens lehmige, aber auch steinige und felsige Ufer. Am See ein schönes Laubwaldgebiet.

Eine kräftig entwickelte Schilfzone aus *Phragmites communis*, mit *Scirpus maritimus* eingestreut. Wasserblattkräuter: *Najas marina* (stellenweise reichlich), *Potamogeton pectinatus* und *P. perfoliatus*.

Unter den Fadenalgen *Cladophora fracta* besonders hervortretend. Unter ihr sterile *Spirogyra*-Fäden ± vereinzelt. In einer Probe *Enteromorpha clathrata* zusammen mit *Cladophora fracta*<sup>1)</sup>. *Asterocystis ramosa* als Epiphyt an *Cladophora*. Unter den Fadenalgen viele einzellige Arten. Grosse Areale des Seebodens von Characeen bedeckt; *Chara aspera* und *Ch. tomentosa* tonangebend, aber *Ch. baltica* reichlich eingestreut unter *Ch. tomentosa*. Die in diesem Brackwassersee angetroffenen Desmidiaceen verdienen hier besonders aufgezählt zu werden. Es sind folgende 9 Arten:

<i>Closterium Leibleinii</i>	<i>Cosmarium granatum</i>	<i>C. punctulatum</i>
<i>Cl. moniliferum</i>	<i>C. granatum</i> v. Nord-	<i>C. reniforme</i>
<i>Cl. parvulum</i>	stedtii	<i>Staurastrum rugulosum</i>
<i>Cl. Venus</i>	<i>C. humile</i>	

Im Plankton dominieren Zooplanktonen und Peridineen. Andere Planktonen: *Pediastrum Boryanum*, *Microcystis aeruginosa*, *Chroococcus limneticus* und *Coelosphaerium Naegelianum*. Nach ALMQUIST ist Holmträsk ein Chara-See (1929, S. 92).

6. *Finström*: *Bjärströmsträsk*. Mehrmals besucht, Juni bis August. Ein Potamogeton-See. Länge etwa 1800 m und Breite 500 m. Meereshöhe nach der topographischen Karte nur ein paar Meter. Ein seichter, nur ein paar Meter tiefer See mit niedrigen, meistens lehmigen Ufern. Ein kleiner Ausfluss nach Öjsundet. Siedlungen und Ackerboden am N- und S-Ende sowie am W-Ufer. Im E Nadelwald (ehemaliger Laubwald, Weideland). Der See von der Kultur recht stark beeinflusst. Kalkgehalt des Wassers 63,2 mg/l. pH = 7,5.

<sup>1)</sup> *Enteromorpha clathrata* ist mir nicht von Süßwasserseen bekannt.

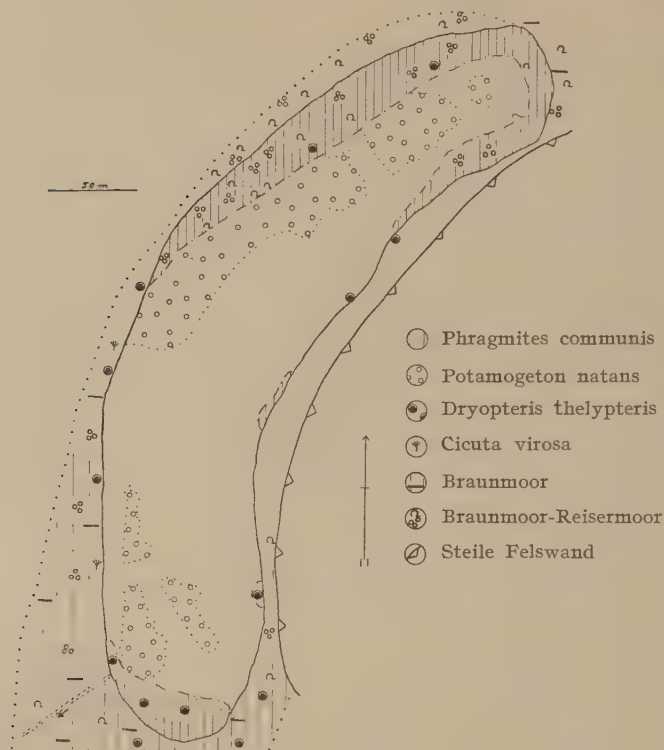


Fig. 1. Finbacka-träsk. 5. 8. 1933.

Ein kräftig ausgebildeter Gürtel aus Schilfgewächsen (*Phragmites communis*, *Scirpus lacustris* und *Typha angustifolia*) rings um den See; einzelne Schilfgruppen ausserhalb des Schilfgürtels. Schwimmblattgewächse relativ spärlich (*Potamogeton natans*); die offene Wasserfläche deshalb verhältnismässig gross.

Stellenweise reichlich Fadenalgen an den Ufern: Oedogoniaceen, Zygnemaceen (einige fertile Arten im Sommer 1932) und Oscillatoriaceen sowie *Cladophora fracta*. Die einzelligen Algen zahlreich (s. die nachfolgende Tabelle). Am Seeboden *Chara aspera* und *Ch. fragilis* reichlich. Folgende Planktonten sind verzeichnet:

<i>Pediastrum Boryanum</i>	<i>Crucigenia rectangularis</i>	<i>Microcystis aeruginosa</i>
<i>P. duplex</i>	<i>irregularis</i>	<i>M. pulvereae</i>
<i>P. integrum</i>	<i>Schizochlamys gelatinosus</i>	<i>Chroococcus limneticus</i>
<i>Scenedesmus bijugatus</i>	<i>Cosmarium Botrytis</i>	<i>Coelosphaerium Kützingerianum</i>
<i>Sc. quadricauda</i>	<i>Aphanothece nidulans</i>	

7. Finström: Finbacka-träsk. Besucht am 27. 7. 29. 14. 8. 32. 5. 8. 33 und 14. 8. 33. Ein typischer Potamogeton-See. Länge 500 m und Breite 100 m. Tiefe etwa 3 m. In Meereshöhe (das Nivellement ergab 0,08 m). Stagnierendes Wasser. Der etwa 300 m lange Ausfluss nach Långsjön (eine innere Meeresbucht)

fast völlig zugewachsen und im Sommer 1933 ganz eingetrocknet. Niedrige Ufer; in der Mitte des E-Ufers fester Boden (ein kleines Stück vom See entfernt eine steile Felswand), sonst sumpfige Ufer. In der Umgebung meistens Kulturland, aber auch kleine Laubwaldreste. Kalkgehalt des Wassers 50,6 mg/l. pH = 8 draussen auf dem See. Sichttiefe 2,10 m (beim Messen windig).

An den meistens moorigen Ufern Braunmoor oder Bruchmoor, höher hinauf Weissmoor. An dem sumpfigen Uferrand *Phragmites communis* und *Dryopteris thelypteris* als Charakterarten. Ausserdem *Typha angustifolia* reichlich, am W-Ufer etwas *Scirpus Tabernaemontani*. Von den übrigen Arten verdienen hier folgende wichtige Bestandteile der Moorvegetation aufgezählt zu werden: *Calamagrostis purpurea*, *Carex elata*, *C. pseudocyperus*, *C. rostrata*, *Calla palustris*, *Comarum palustre*, *Cicuta virosa*, *Naumburgia thyrsiflora*, *Lycopus europaeus* und *Utricularia vulgaris*. Vielerorts dichte Ufergebüsche (Bruchmoor) mit *Salix cinerea*, *S. phylicifolia*, *S. pentandra* und *Alnus glutinosa* als Charakterarten. Längs den Ufern im Wasser grosse Gruppen von *Potamogeton natans*. Auf dem Seeboden stellenweise *Fontinalis antipyretica*. (S. Fig. 1 und Abb. 12 und 13.)

Reichlich Fadenalgen an den Ufern, *Cladophora fracta* (Charakterart), Oedogoniaceen, Zygnemaceen (steril), *Tolypothrix distorta*, *Hyalotheca dissiliens* und *Desmidiium Swartzii*. Unter ihnen einzellige Algen, *Scenedesmus quadricauda*, *Pediastrum Boryanum*, *Crucigenia rectangularis*, *Botryococcus Braunii*, *Cosmarium connatum*, *C. pachydermum*, *C. punctulatum*, *C. reniforme*. Am Seeboden *Chara fragilis* und *Aegagropila Martensii*. Im Plankton die Peridineen vorherrschend.

8. Geta: Dänö-träsk. Besucht am 30. 6. 25, 19. 7. 29 und 16. 8. 32. Ein Potamogeton-See, der im Begriff ist, sich in einen Dy-See umzuwandeln. Länge 800 m, Breite etwa 200 m. Meereshöhe nach der topographischen Karte weniger als 4 m. Ufer niedrig, teils moorig und teils felsig. Umgebung teils Laubwald und teils Nadelwald. pH = 7,6.

Reichlich Schilfgewächse am N- und S-Ende (*Phragmites communis* und *Typha angustifolia*). Auch Schwimmblattgewächse dort reichlich (*Nymphaea alba* und *Potamogeton natans*). An den sumpfigen Ufern *Carex rostrata* und *C. lasiocarpa* tonangebende Arten.

An den Wasserpflanzen reichlich Fadenalgen (Oedogoniaceen und Zygnemaceen). Besonders kennzeichnend für diesen See ist das reichliche Vorkommen von *Scytonema mirabile*, die hier als aegagropil auftritt und in grossen Mengen am Seeboden und herumtreibend angetroffen wird. Vom Plankton sind ausserdem folgende Arten verzeichnet worden:

<i>Ceratium</i> sp.	<i>Botryococcus Braunii</i>	<i>Microcystis aeruginosa</i>
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	<i>Cosmarium reniforme</i>	<i>Anabaena</i> sp.

Am Seeboden *Chara fragilis* und *Ch. fragilis* var. *delicatula*.

9. Geta: Timmerträsk. Besucht am 1. 7. 25, 7. 8. 31 und 8. 6. 32. Ein Dy-See, jedoch kein typischer. Etwa 500 m lang und 250 m breit. Meereshöhe nach der topographischen Karte zwischen 4 und 8 m. Ein unbedeutender Ausfluss vom E-Ufer. Rings um den See Moorufer, am W-Ufer ein kleiner Felsen. Umgebung Nadelwald. Kalkgehalt des Wassers 13,8 mg/l. pH = 7,4.

Kein Schilfgürtel rings um den See; nur hier und da etwas *Equisetum fluviatile* und *Phragmites communis*, am reichlichsten am S-Ende. Am Aussenrande



des *Sphagnum*-Sumpfes an den Ufern ausserdem *Carex elata*, *C. rostrata*, *C. lasiocarpa* und *Menyanthes trifoliata* bemerkenswert. Längs den Ufern die Schwimmblattgewächse *Nuphar luteum*, *Nymphaea candida* und *Potamogeton natans*. Am S-Ende *Potamogeton praelongus*. Tonangebende Arten auf dem *Sphagnum*-Sumpfe: *Eriophorum polystachyum*, *Rhynchospora alba*, *Rh. fusca* (am S-Ende), *Scheuchzeria palustris* und *Oxycoccus quadripetalus*. Ausserdem dort folgende Arten  $\pm$  reichlich: *Scirpus trichophorum*, *Carex pauciflora*, *C. pulicaris* (trocknere Stellen), *Malaxis paludosa*, *Drosera intermedia*, *Dr. longifolia* und *Dr. rotundifolia*. An dem Felsen *Fontinalis antipyretica*.

Relativ reichlich Fadenalgen an den Ufern, besonders am S-Ende. Wichtigere Arten: *Oedogonium nodulosum* var. *commune*, *Hapalosiphon hibernicus*, *Stigonema ocellatum* und *Tolypothrix distorta* var. *penicillata*. Sonst folgende besonders erwähnenswerte Arten im See: *Scenedesmus quadricauda*, *Schizochlamys gelatinosus*, *Coleochaete divergens* und *Chara fragilis*. Im Plankton (die Probe vom Ufer genommen, da kein Boot zur Verfügung stand) folgende Arten:

<i>Ceratium hirundinella</i>	<i>Botryococcus Braunii</i>	<i>Xanthidium antilopaeum</i>
(Hauptart)	<i>Cosmarium Botrytis</i>	<i>Microcystis elabens</i>

Im *Sphagnum*-Sumpfe am Ufer eine sehr reiche Desmidiaceen-Flora (s. die Tabelle).

Wie aus dem Obigen hervorgehen dürfte, ist der See recht reich an Algen, reicher als ein typischer Dy-See, wie Bertby-Tjänan (s. S. 39). Das Vorkommen anspruchsvoller Phanerogamen wie *Carex pulicaris* und *Rhynchospora fusca* auf dem Sumpfe und *Potamogeton praelongus* im See spricht dafür, dass der See vor nicht sehr langer Zeit ein Potamogeton-See gewesen ist. Auch das schwach alkalische Wasser und der Kalkgehalt deuten darauf.

10. Geta: Östergeta Byträsk. Besucht am 22. 6. 25, 26. 7. 25 und 17. 8. 32 und 10. 8. 33. Ein Potamogeton-See. Etwa 1800 m lang und 300 m breit. Meereshöhe nach der topographischen Karte nur ein paar Meter. Ufer teils sumpfig, teils felsig und steinig. Umgebung: Laubwald und Kulturland. Kalkgehalt des Wassers 53,2 mg/l. pH = 7,7—7,8.

Ein wohlausgebildeter Schilfgürtel aus *Equisetum fluviatile*, *Phragmites communis* und *Scirpus lacustris*, die abwechselnd dominieren. Unter den Schwimmblattgewächsen sind *Nymphaea candida*, *Nuphar luteum* und *Potamogeton natans* tonangebend.

Der Hauptgegenstand der Untersuchung war der südlichste Teil des Sees, etwa 200 m lang und ungefähr ebenso breit. In diesem seichten, durchschnittlich nur etwa 0,5 m tiefen See-Ende finden wir eine ausserordentlich üppige Vegetation, die fast die ganze Wasseroberfläche anfüllt. Quer über den See, gleichsam eine Abgrenzung gegen den übrigen Teil des Sees bildend, erstreckt sich ein Gürtel aus *Equisetum fluviatile*, welche Art übrigens mit den anderen Schilfgewächsen (*Phragmites* und *Scirpus*) abwechselt. An den schilffreien Stellen dominieren meistens die Nymphaeaceen (*Nymphaea* und *Nuphar*) und *Potamogeton natans*, und unter diesen kommt reichlich die submerse Art *Ceratophyllum demersum* vor. Am Seeboden nimmt *Drepanocladus fluitans* grosse Flächen ein, tritt an ganz seichten Stellen an die Wasseroberfläche empor und ist an wasserrosenfreien Stellen die Charakterart zusammen mit *Cladophora fracta* (s. unten). Grosse Watten aus Fadenalgen im See, Chlorophyceen, Conjugaten und Cyanophyceen und unter diesen viele einzellige Algen. Am meisten tritt

*Cladophora fracta* hervor, die im südlichsten Teil des Sees, an *Drepanocladus fluitans* haftend, mehrere Meter weite Watten bildet (s. Abb. 7). Am Seeboden *Aegagropila Martensii*. Planktonarten:

<i>Ceratium hirundinella</i>	<i>C. impressulum</i>	<i>St. pseudopelagicum</i>
<i>Pediastrum Boryanum</i>	<i>C. Portianum</i>	<i>Aphanothece stagnina</i>
<i>P. duplex</i>	<i>Staurastrum brachiopro-</i>	<i>Microcystis aeruginosa</i>
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	<i>minens</i> v. <i>Archeria-</i>	<i>Gomphosphaeria lacustris</i>
<i>Coelastrum microporum</i>	<i>num</i>	<i>Gloeotrichia echinulata</i>
<i>Botryococcus Braunii</i>	<i>St. gracile</i>	<i>Anabaena flos aquae</i>
<i>Cosmarium depressum</i>		
v. <i>achondrum</i>		

11. *Geta: Norsträsk*. Besucht am 21. 7. 25, 18. 7. 29, 2. 8. 30 und 8. 8. 31. Länge 1600 m, Breite 200 m. Meereshöhe höchstens ein paar Meter. Meistens felsige und steinige Ufer, im W eine lange steile Felswand, nur im SW etwas sumpfig. In der Umgebung Nadelwald und Laubwald (Weideland), im S Siedlungen. Kalkgehalt des Wassers 19,9 mg/l. pH = 7,6. Der See durch die Kultur deutlich eutrophiert.

Eine vielerorts unterbrochene Schilfzone aus *Phragmites communis* und *Equisetum fluviatile*. Die höhere Wasservegetation ist überhaupt relativ schwach entwickelt, am reichsten und üppigsten ist sie am S-Ende. Dort bemerken wir eine recht dichte *Potamogeton*-Vegetation aus *Potamogeton gramineus*, *Potamogeton perfoliatus*, *P. gramineus*  $\times$  *perfoliatus*, *P. mucronatus* und *P. crispus*.

Fadenalgen reichlich in der kleinen Bucht im SW, sonst verhältnismässig spärlich. Im Sommer 1925 wurde *Nostoc sphaericum* auf *Equisetum fluviatile* angetroffen. Kennzeichnend für die Algenvegetation in diesem See ist vor allem die ausserordentlich starke Phytoplankton-Produktion, die im Spätsommer eine ungewöhnlich starke Vegetationsfärbung hervorbringt. Die Hauptart im Plankton ist *Gloeotrichia echinulata*, die im August 1930 zusammen mit *Aphanizomenon flos aquae* tonangebend auftrat, im Sommer 1925 und 1931 dagegen mit *Anabaena circinalis* zusammen dominierte. Übrige Phytoplanktonten im See: *Ceratium hirundinella* (reichlich), *Microcystis aeruginosa* und *Botryococcus Braunii* (und etwas Diatomaceen).

12. *Geta: Norra-Finviken*. Besucht am 23. 7. 25, 21. 7. 29, 2. 8. 30 und 8. 8. 31. Ein *Potamogeton*-See. Etwa 700 m lang und 100 m breit. Tiefe etwa 1,5 m. Meereshöhe höchstens ein paar Meter. Rings um den See moorige Ufer (Braunmoor). Umgebung Laubwald, Siedlungen in der Nähe. Kalkgehalt des Wassers 41,1 mg/l. pH etwa 7.

Am Aussenrande des Braunmoors dominieren *Phragmites communis* und *Typha angustifolia*. Am Sumpfe ausserdem folgende besonders hervortretende Arten: *Dryopteris thelypteris*, *Sparganium minimum*, *Sp. simplex*, *Calla palustris*, *Comarum palustre*, *Hippuris vulgaris*, *Cicuta virosa*, *Lycopus europaeus* und *Utricularia vulgaris*. Auf dem See dominieren *Nymphaea candida*, *Nuphar luteum* und *Potamogeton natans*, die nur kleine Teile der Wasseroberfläche freilassen; der See daher teichartig. Submerse *Potamogeton*-Arten: *Potamogeton mucronatus* (reichlich) und *P. pectinatus*.

Reichlich fadenförmige Algen (*Cladophora fracta*, *Oedogonium crispum* und *Spirogyra bellis*) und unter ihnen einzellige Algen. Im Sumpfe Desmidiaceen.

Im Plankton dominieren die Peridineen. Übrige Phytoplanktonen: *Cosmarium subumidum* und *Staurostrum granulosum*.

13. Geta: Bolstaholmsträsk. Besucht am 20. 6. 25, 25. 7. 25, 21. 7. 29 und 3. 8. 31. Ein Potamogeton-See. Länge etwa 1,5 km, Breite nur etwa 200 m. Höhe ü. d. M. höchstens ein paar Meter. Meistens niedrige, lehmige Ufer, nur im SE etwas felsig. Umgebung: Meistens Laubwald, im SE Nadelwald. pH = 7,5.

Die Gefässpflanzenvegetation sehr üppig und artenreich. In der Schilfzone *Phragmites communis*, *Equisetum fluviatile* und *Scirpus lacustris* als Charakterarten. Ausserhalb der Schilfzone herrschen die Nymphaeaceen vor. Im nördlichsten Teil (in der Längenausdehnung ein Drittel des Sees) finden wir keine offene Wasserfläche, sondern ausserhalb der Schilfzone, die nicht besonders breit ist, wird fast die ganze Seeoberfläche von *Nuphar luteum* bedeckt. *Nymphaea candida* kommt nur spärlich vor. Im übrigen Teil des Sees ist die offene Wasserfläche recht gross, obwohl die Wasserrosen auch dort längs den Ufern ziemlich grosse Areale einnehmen. Unter den Nymphaeaceen *Ceratophyllum demersum* und *Lemna trisulca* reichlich eingemengt. Ausserdem im See folgende ± anspruchsvolle Arten: *Potamogeton mucronatus*, *P. natans*, *P. pectinatus*, *P. praelongus* und *Batrachium circinatum*. An den sumpfigen Ufern *Equisetum fluviatile* und *Carex rostrata* tonangebend. Von den übrigen Arten sind dort *Calla palustris*, *Cicuta virosa* und *Naumburgia thyrsiflora* erwähnenswert.

Die Vegetation der Fadenalgen nicht besonders reich entwickelt. Keine grösseren umhertreibenden Watten; kleinere *Spirogyra*- und *Vaucheria*-Watten. An den Schilfgewächsen (*Equisetum*) *Bulbochaete mirabilis*, *Oedogonium* (steril), *Coleochaete orbicularis* und *Gloeotrichia Pisum*. An verwesenden Holzästen *Chaetophora incrassata*. Ein reiches Phytoplankton, folgende Arten verzeichnet:

<i>Pediastrum Boryanum</i>	<i>Gloeococcus Schroeteri</i>	<i>Aphanothece stagnina</i>
<i>P. duplex</i>	<i>Botryococcus Braunii</i>	(grosse Mengen im
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	<i>Cosmarium Turpinii</i>	Frühsommer)
	<i>Staurostrum crenulatum</i>	<i>Microcystis aeruginosa</i>
<i>Kirchneriella obesa</i>	<i>St. paradoxum</i> v. <i>parvum</i>	<i>M. flos aquae</i>
<i>Tetraëdron limneticum</i>	<i>St. tetracerum</i>	

Ausserdem bilden die Peridineen einen wichtigen Bestandteil des Planktons.

14. Geta: Höckböle-träsk. Mehrmals besucht, Juni bis August. Ein Potamogeton-See. Etwa 550 m lang, grösste Breite (am S-Ende) 200 m, aber meistens beträgt die Breite nur etwas über 100 m. Tiefe 2—3 m draussen auf dem See. Höhe ü. d. M. 1,24 m. Ufer niedrig, teils steinig und felsig, teils sumpfig und moorig, ein wirkliches kleines Braunmoor im SW. Der See liegt innerhalb eines Laubwaldgebietes, das als Weideland benutzt wird. Siedelungen ganz in der Nähe. Kalkgehalt des Wassers 52,8 mg/l. Das Wasser schwach bräunlich. Sichttiefe 2,25 m. pH = 7,6.

Ein bis über 50 m breiter Gürtel aus Schilfgewächsen (*Phragmites communis*, *Equisetum fluviatile* und *Typha angustifolia*) am N- und S-Ende. Am W- und E-Ufer die Schilfzone ganz schmal und vielerorts abgebrochen. An mehreren Stellen an der oberen Grenze des Sublitorals schöne Gruppen von *Naumburgia thyrsiflora*. Die offene Wasserfläche von einem Gürtel aus *Nuphar luteum* und *Potamogeton natans* begrenzt. Tiefengrenze dieses Gürtels bei etwa 1,80 m (Messung am N-Ende). Am Braunmoor im SW *Carex rostrata*, *Dryopteris thelypteris* und *Comarum palustre* tonangebende Arten. S. Fig. 2 und Abb. 14.

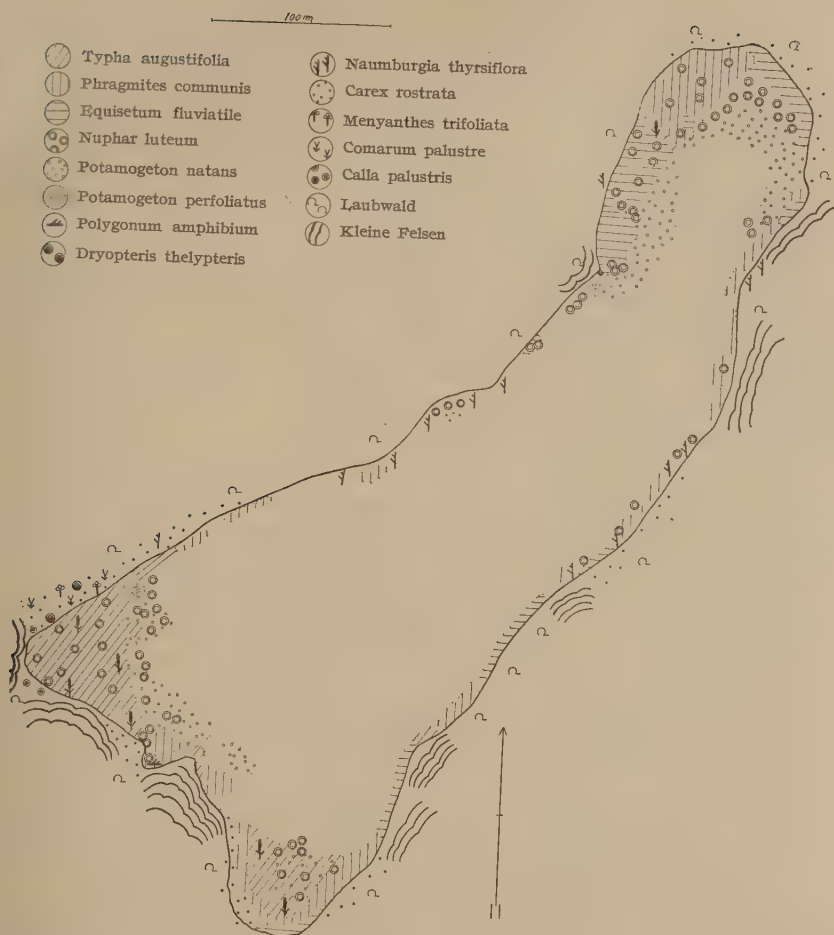


Fig. 2. Höckböle-träsk. 9. 8. 1933.

An den höheren Wasserpflanzen reichlich Fadenalgen. Grosse Watten bildet *Cladophora fracta*. Eine wichtige Art ist auch *Tolypothrix distorta*. An Steinen und Pflanzenteilen hier und da *Chaetophora incrassata*. Unter den einzelligen Algen, die sich unter den Fadenalgen befinden, verdienen folgende wichtige Arten hier aufgezählt zu werden: *Pediastrum Boryanum*, *Closterium moniliferum*, *Cosmarium Boeckii*, *C. formosulum* var. *Nathorstii*, *C. humile*, *C. impressulum* und *C. punctulatum*. Reichlich *Chara aspera* und *Ch. fragilis* längs den Ufern am Seeboden. Einzelne Ballen von *Nostoc pruniforme* im Spätsommer auf dem Seeboden angetroffen. Im Plankton dominieren die Peridineen und Diatomeen. Übrige Phytoplanktonen: *Pediastrum Boryanum*, *P. duplex*, *Scenedesmus quadricauda*, *Staurastrum gracile*, *Aphanothece stagnina* (reichlich im Frühsommer) und *Anabaena* sp. (ster.).



15. *Geta: Munträsk*. Besucht am 2. 8. 30, 8. 8. 31, 8. 6. 32 und 17. 8. 32. Ein oligotropher See. Etwa 800 m lang und 250 m breit. Meereshöhe nach der topographischen Karte weniger als 4 m. Ufer zum grössten Teil felsig, steile Felswände sowohl am W- als am E-Ufer; nur an einigen Stellen etwas sumpfig. In der Umgebung meistens Nadelwald, aber etwas Laubwald und kleine Felder am N- und S-Ende. Kalkgehalt des Wassers 14,5 mg/l. pH = 7.

Ein recht schwach ausgebildeter Schilfgürtel aus *Phragmites communis*. Schwimmblattgewächse spärlich (*Potamogeton natans* verzeichnet). An den sumpfigen Stellen *Carex rostrata* Charakterart.

Fadenalgen (Oedogoniaceen, Zygnemaceen und *Tolypothrix*) hier und da an den Ufern, keine grösseren umhertreibenden Watten. Am Seeboden an den Ufern etwas *Chara fragilis* angetroffen. Eine ziemlich schwache Phytoplanktonproduktion. Folgende Planktonten verzeichnet:

<i>Pediastrum Boryanum</i>	<i>Microcystis elabens</i>	<i>Gomphosphaeria lacustris</i>
<i>Coelastrum cambricum</i>	<i>Coelosphaerium Naegelianum</i>	<i>Anabaena</i> sp.
<i>Botryococcus Braunii</i>		
<i>Staurastrum anatinum</i>		



















16. *Saltvik: Toböle-träsk*. Mehrmals besucht, Ende Mai bis August. Ein Potamogeton-See. Länge 1,5 km, grösste Breite etwa 1 km. Grösste gemessene Tiefe 12 m, aber meistens weniger als 10 m (draussen auf dem See). Höhe ü. d. M. 8,47 m. Ein kleiner Ausfluss vom SW-Ende nach Saltviksfjärden (Abstand etwas weniger als 2 km). Teils niedrige, lehmige oder sumpfige Ufer, teils steile Felsufer. In der Umgebung teils Laubwaldgebiete mit Ackerboden und Siedelungen, teils Nadelwald. Der See dank den Siedelungen deutlich etwas saprobisiert. Kalkgehalt des Wassers 30,7 mg/l. pH = 7,6—8 draussen auf dem See.

Ein Gürtel aus Schilfgewächsen (*Phragmites communis* und *Scirpus lacustris*), der vielerorts an den steileren Ufern unterbrochen ist. Von den Schwimmblattgewächsen, die in den Buchten reichlich vorkommen, sind *Nuphar luteum* und *Potamogeton natans* die wichtigsten. Am Boden des Sees *Fontinalis antipyretica* reichlich. In der schmalen See-Enge zwischen der Insel Lindholmen und dem E-Ufer des Sees eine ganz besonders üppige und artenreiche Vegetation. Sowohl auf der Insel wie an dem E-Ufer teils Braun- und teils Weissmoore. An den meistens sehr nassen Rändern der Sümpfe bilden *Equisetum fluviatile* und *Carex rostrata* dichte Bestände. Die Moosvegetation dort sehr schwach entwickelt. Stellenweise viele verschiedene Kräuter, wie *Sparganium ramosum*, *Calla palustris*, *Stellaria palustris*, *Comarum palustre*, *Viola palustris*, *Cicuta virosa*, *Menyanthes trifoliata*, *Naumburgia thyrsiflora*, *Lycopus europaeus* etc. Höher oben auf dem Moore eine kräftige *Sphagnum*-Decke (Weissmoor). Dort eine spärliche (lichte) Gefässpflanzenvegetation aus *Scirpus trichophorum*, *Carex chondrorrhiza*, *C. pauciflora*, *Scheuchzeria palustris*, *Empetrum nigrum* (an den trockensten Stellen), *Oxycoccus quadripetalus* etc. Über die Vegetation an und in der See-Enge siehe sonst Fig. 3 und Abb. 3 und 4.

Der See hat, wie aus der Tabelle ersichtlich ist, eine sehr artenreiche Algenvegetation, was offenbar mit den verschiedenartigen Ufern und den abwechselnden Umgebungen im Zusammenhang steht. Am reichsten und üppigsten ist sie zwischen der Insel und dem E-Ufer. Wir finden dort grosse Watten aus Fadenalgen, hauptsächlich Oedogoniaceen (*Bulbochaete rectangularis* fertil) und Zygnemaceen, aber auch Cyanophyceen (*Tolypothrix* und *Oscillatoria*). An einem

kleinen Felsen gleich S von der Insel wurde *Cladophora fracta* teils fest-sitzend, teils unter *Scirpus* und *Phragmites* umhertreibend angetroffen. Unter den Fadenalgen zahlreiche Proto-coccaceen (s. die Tabelle). Vergesellschaftet mit ihnen eine recht grosse Anzahl Desmidiaceen. Folgende verzeichnet:

*Gonatozygon Kinahanii*  
*Closterium aciculare*  
*Cl. moniliforme*  
*Pleurotaenium trabecula*  
*Euastrum bidentatum*  
*E. denticulatum*  
*E. insulare*  
*E. pulchellum* v. *retusum*  
*Cosmarium bioculatum*  
 v. *hians*  
*C. Blythii*  
*C. Boeckii*  
*C. Botrytis*  
*C. connatum*  
*C. Debaryi*  
*C. difficile*  
*C. formosulum*  
*C. granatum*  
*C. humile*  
*C. impressulum*  
*C. laeve*  
 — v. *septentrionale*  
*C. Meneghinii*  
*C. obtusatum*  
*C. protractum*  
*C. punctulatum*  
*C. quadratum*  
 — v. *angustatum*  
*C. reniforme*  
*C. tetraophthalmum*  
*C. Turpinii*  
 — v. *eximium*  
*Staurastrum Brebissonii*

-  *Phragm. communis*
-  *Scirpus lacustris*
-  *Equiset. fluviatile*
-  *Sphagna*
-  *Carex lasiocarpa*
-  *Carex rostrata*
-  *Carex limosa*
-  *Typha angustifolia*
-  *Spargan. ramosum*
-  *Calla palustris*
-  *Cicuta virosa*
-  *Menyanthes trifoliata*
-  *Naumburgia thyrsiflora*
-  *Nuphar luteum*
-  *Potamogeton natans*
-  *Potamogeton zosterif.*
-  Mischwald
-  Sträucher (Schwarzerlen)

50 m

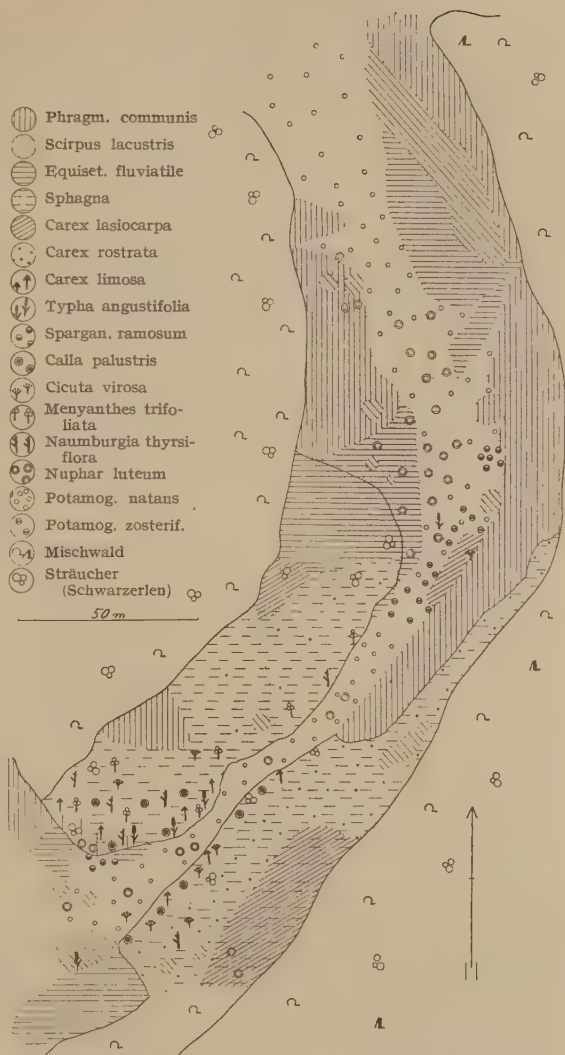


Fig. 3. Vegetationskarte über die See-Enge zwischen Lindholm und dem Ostufer von Toböle-träsk. 12. 8. 1933.

*St. cuspidatum*  
*St. dilatatum*  
*St. dimazum*  
*St. furcigerum*

*St. gracile*  
*St. Manfeldtii*  
*St. pseudopelagicum*  
*St. pseudosebaldii*

Am Boden des Sees: *Chara aspera*, *Ch. fragilis* und *Nitella flexilis*. Ein reiches Phytoplankton. Folgende Arten verzeichnet:

<i>Ceratium hirundinella</i>	<i>C. granatum</i>	<i>St. pseudopelagicum</i>
<i>Pediastrum biradiatum</i>	<i>Staurastrum cuspidatum</i>	<i>St. pseudosebaldii</i>
<i>P. Boryanum</i>	<i>St. dimazum</i>	<i>Aphanothece stagnina</i>
<i>P. duplex</i>	<i>St. furcigerum</i>	<i>Chroococcus turgidus</i>
<i>Gloeococcus Schroeteri</i>	<i>St. gracile</i>	<i>Coelosphaerium Naegelianum</i>
<i>Botryococcus Braunii</i>	<i>St. longiradiatum</i>	<i>Gomphosphaeria lacustris</i>
<i>Cosmarium depressum</i>	<i>St. Manfeldtii</i>	<i>Anabaena circinalis</i>
— v. <i>achondrum</i>	<i>St. megacanthum</i>	

Um ein Bild von der sphagnophilen Algenflora im Sumpfe am E-Ufer des Sees geben zu können wird hier die Artenzusammensetzung in zwei Proben von verschiedenen Stellen daselbst angeführt:

1. pH = 4,4.

<i>Hapalosiphon intricatus</i> (reichlich)	<i>Pleurotaenium minutum</i> (reichlich)	<i>C. pseudopyramidatum</i> <i>C. Cucurbita</i>
<i>Chroococcus turgidus</i> (dominierend)	<i>Cosmarium cucurbitinum</i> (vereinzelt)	<i>Staurastrum scabrum</i>
<i>Netrium Digitus</i> (vereinzelt)		

2. pH = 4,4.

<i>Hapalosiphon intricatus</i>	<i>Pleurotaenium minutum</i>	<i>Xanthidium armatum</i>
<i>Synechococcus major</i>	<i>Cosmarium Cucurbita</i>	<i>Staurastrum scabrum</i>
<i>Chroococcus turgidus</i>	<i>C. pseudopyramidatum</i>	<i>Bambusina Borreri</i>
<i>Eremosphaera viridis</i>		

17. Saltvik: Strömma-Tjänan. Besucht am 1. 7. 29, 23. 7. 29, 1. 7. 30, 22. 8. 31 und 27. 5. 32. Etwa 300 m lang und 150 m breit. Meereshöhe nach der topographischen Karte weniger als 4 m. Ufer teils steinig und felsig (kleine niedrige Felsen), teils sumpfig (etwas Braunmoor im N). Umgebung Laub- und Nadelwald, auf der N-Seite Kulturland. Kalkgehalt des Wassers 28,3 mg/l. pH = 7,5.

Ein stellenweise unterbrochener Schilfgürtel aus *Phragmites communis* und *Equisetum fluviatile*. An den Ufern bemerken wir *Eriophorum polystachyum*, *Carex rostrata*, *Sparganium simplex*, *Comarum palustre*, *Hippuris vulgaris*, *Naumburgia thyrsiflora*, *Menyanthes trifoliata* etc.

Makroskopisch sichtbare Algen am Ufer ziemlich spärlich. Folgende bemerkenswerte Arten: *Chaetophora incrassata*, *Bulbochaete mirabilis*, *Tolypothrix distorta* und *Rivularia Biasolettiana*. Ausserdem sterile Zygnemaceen und Oedogoniaceen. An den sumpfigen Ufern Desmidiaceen (reichlich), Protococcaceen und Cyanophyceen. Im Plankton reichlich Peridineen. Von den übrigen Phytoplanktonten folgende verzeichnet: *Tetraëdron trigonum*, *Cosmarium impressulum*, *Microcystis elabens*, *Chroococcus turgidus*, *Gomphosphaeria aponina* und *Coelosphaerium Naegelianum*. Am Seeboden an den Ufern reichlich *Chara aspera* und *Ch. fragilis*. Bei der Untersuchung stand mir kein Boot zur Verfügung.

18. Saltvik: Åsgårda-Tjänan. Besucht am 27. 7. 30, 24. 8. 31 und 19. 8. 32. Ein Dy-See mit eutrophen Charakterzügen. Etwa 150 m lang und 100 m breit. Meereshöhe nach der topographischen Karte etwa 20 m. *Sphagnum*-Sumpfrings um den Weiher. Umgebung Laub- und Nadelwald. Siedlungen nicht weit vom Ufer. Am Ufer wird Wäsche gewaschen.

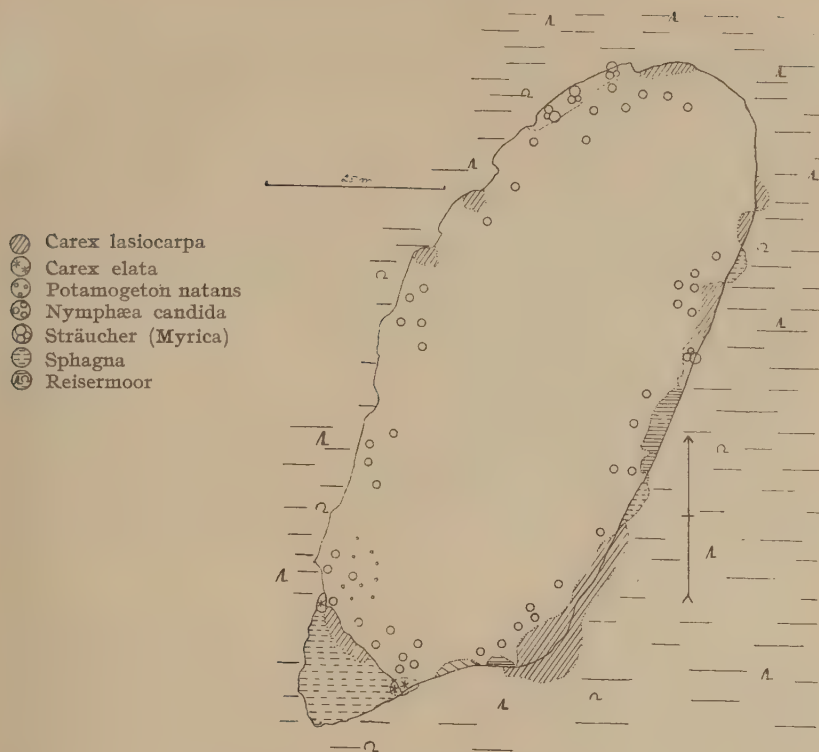


Fig. 4. Bertby-Tjänan. 28. 7. 1933.

Am Rande des Sumpfes ein stellenweise dichter Gürtel aus Schilfgewächsen (hauptsächlich *Phragmites communis* und *Typha angustifolia*, aber auch *Scirpus lacustris* und *Equisetum fluviatile*). Im See reichlich Wasserrosen (*Nymphaea alba*). Eine anspruchsvolle submerse Art, die besondere Erwähnung verdient, ist *Myriophyllum verticillatum*. Auf dem Sumpfe folgende bemerkenswerte Arten: *Myrica gale*, *Eriophorum polystachyum*, *Carex elata* (vielerorts am Uferande), *Carex limosa*, *C. lasiocarpa*, *Rhynchospora alba*, *Dryopteris thelypteris*, *Drosera longifolia* und *Dr. rotundifolia*. Abb. 2.

Am Rande des Sumpfes etwas Fadenalgen: *Oedogonium* (*Oedogonium undulatum*), *Bulbochaete* (ster.), *Spirogyra* (ster.), *Hapalosiphon hibernicus*, *Oscillatoria tenuis* etc. Unter den Fadenalgen einzellige Algen: Protococcaceen, Desmidiaceen und Chroococcaceen. Im *Sphagnum*-Sumpfe eine typisch sphagnophile Desmidiaceen-Flora. Dort folgende bemerkenswerte Arten: *Tetmemorus Brebissonii* var. *minor*, *T. laevis*, *Pleurotaenium minutum*, *Cosmarium Cucurbita* und *Xanthidium armatum*. Keine Planktonprobe genommen. Kein Boot stand zur Verfügung.

19. Saltvik: Bertby-Tjänan. Besucht 6. 8. 32, 19. 8. 32 und 28. 7. 33. Ein typischer Dy-See. Nur etwa 75 m lang und 50 m breit. Grösste Tiefe etwa 4 m.



Meereshöhe 29,8 m. Rings um den See ein schmaler Weissmoorstreifen, der in ein Reisermoor mit Kiefern übergeht. Umgebung: Nadelwald. Braunes, humus-saures Wasser, pH = 6,2 draussen auf dem See, 4,5—4,7 im *Sphagnum*-Sumpfe am Ufer. Sichttiefe 1,80 m.

Auf dem Weissmoor folgende Phanerogamen tonangebend: *Myrica gale*, *Carex pauciflora*, *C. elata*, *C. lasiocarpa*, *Rhynchospora alba*, *Scheuchzeria palustris*, *Oxycoccus quadripetalus*, *Calluna vulgaris* und *Menyanthes trifoliata*. Ausserdem verdienen hier noch *Drosera longifolia* und *Dr. rotundifolia* erwähnt zu werden. (In Fig. 4 sind nur die am Wasserrande vorkommenden, besonders hervortretenden Arten ausgemerkt.) Im Sublitoral nur vereinzelt kleine Gruppen von *Equisetum fluviatile*, sonst keine Schilfgewächse. Von den Schwimmblattgewächsen bildet *Nymphaea candida* einen ca. 1 m breiten Gürtel rings um den See; sonst nur eine kleine Gruppe von *Potamogeton natans* am S-Ende (im übrigen s. Fig. 4 und Abb. 17).

Unter den fadenförmigen Algen am Uferrand (*Sphagnum*-Rand) bilden sterile Oedogoniaceen und *Hapalosiphon intricatus* die Hauptmenge. Sowohl im Sommer 1932 als 1933 fand ich die epiphytische *Bulbochaete pygmaea* reichlich fruchtend an sterilen Oedogonium- und *Bulbochaete*-Fäden. Eine Planktonprobe, genommen draussen auf dem Weiher am 19. 8. 33, enthielt nur Zooplankton und *Synura*; ein ähnliches Plankton erhielt ich auch Ende Juli 1933 und am 16. Juli 1932 (diesmal vom Ufer). Über die Desmidiaceen-Flora des *Sphagnum*-Moores s. die Tabelle S. 49.

20. Saltvik: Långbergsöda-Tjänan. Besucht am 27. 7. 30 und 1. 8. 31. Ein Dy-See. Grösse etwa 150 m im Durchmesser. Meereshöhe nach der topographischen Karte etwa 8 m. *Sphagnum*-Moor rings um den See. Umgebung Nadelwald. Eine Siedelung ganz in der Nähe des N-Ufers. Nur zerstreute Gruppen von Schilfgewächsen am Ufer (*Phragmites communis*, *Scirpus lacustris* und *Equisetum fluviatile*). Auch Schwimmblattgewächse (*Nymphaea candida*, *Nuphar luteum* und *Potamogeton natans*) relativ spärlich. Auf dem *Sphagnum*-Sumpfe folgende bemerkenswerte Arten: *Myrica gale*, *Rhynchospora alba*, *Carex pauciflora*, *C. lasiocarpa*, *Malaxis paludosa*, *Drosera longifolia*, *Dr. rotundifolia*, *Dr. intermedia* und *Oxycoccus quadripetalus*.

Am *Sphagnum*-Rande folgende bemerkenswerte Fadenalgen: *Oedogonium undulatum*, *Bulbochaete subintermedia*, *Stigonema ocellatum* und *Scytonema mirabile*. Ausserdem sterile *Spirogyra*-Fäden. An einem Ast unter Wasser *Rivularia Biasolettiana*. An einer Stelle etwas *Chara fragilis* (wahrscheinlich ein Relikt von einem früheren Entwicklungsstadium). Im Sumpfe *Hapalosiphon hibernicus* und *H. intricatus*; sonst eine reiche Desmidiaceen-Flora, wie aus der Tabelle ersichtlich ist. Sehr armes Phytoplankton. Nur folgende Planktonen verzeichnet: *Botryococcus Braunii*, *Euastrum bidentatum* und *Xanthidium antilopaeum*. Bei der Untersuchung stand kein Boot zur Verfügung.

21. Saltvik: Lavsböle-träsk. Besucht am 21. 7. 29, 17. 7. 29, 5. 7. 30 und 20. 7. 31. Länge 1600 m und Breite 300 m. Unbedeutend höher gelegen als Kvarnbo-träsk (etwa 16 m) und mit diesem See durch einen Bach verbunden. Teils felsige (kleine niedrige Felsen) und steinige, teils lehmige und etwas sandige Ufer. Umgebung teils Nadelwald, teils Laubwald und Kulturland. pH = 6,8—7. Der See hat sowohl eutrophe als oligotrophe Charakterzüge.

Die höhere Wasservegetation kräftiger entwickelt als in einem oligotrophen See, aber bei weitem nicht so üppig und reich wie in einem eutrophen Pota-

mogeton-See. Die Schilfzone, aus *Phragmites communis* und *Equisetum fluviatile* bestehend, stellenweise recht wohlentwickelt, aber vielerorts schwach oder vollständig fehlend (an den Felsen). An den steinigen Ufern reichlich *Lobelia dortmanna* und stellenweise *Litorea uniflora*. An sumpfigen Stellen (besonders am N-Ende) Seggen (*Carex lasiocarpa*). Im See bemerken wir schliesslich *Potamogeton gramineus*, *P. obtusifolius* und *Myriophyllum spicatum*.

An den Wasserpflanzen und an den Felsen ziemlich reichlich Fadenalgen (Oedogoniaceen und Zygnemaceen steril), aber keine grösseren Watten. Unter den Fadenalgen einzellige Algen (Protococcaceen und Desmidiaceen). Längs den Ufern am Seeboden *Chara fragilis* und *Nitella flexilis* (lokal). Ein reiches Phytoplankton. Folgende Arten verzeichnet:

<i>Ceratium hirundinella</i> (reichlich)	<i>Xanthidium antilopæum</i> v. <i>dimazum</i>	<i>St. paradoxum</i> <i>St. pseudopelagicum</i>
<i>Pediastrum duplex</i>	<i>Staurastrum anatinum</i>	<i>St. pseudosebaldii</i>
<i>Crucigenia rectangularis</i>	v. <i>curtum</i>	<i>Sphaerosoma granula-</i> <i>tum</i>
<i>Tetraëdron limneticum</i>	<i>St. brachiprominens</i> v.	
<i>Botryococcus Braunii</i>	<i>Archerianum</i>	<i>Microcystis flos aquae</i>
<i>Cosmarium depressum</i>	<i>St. cuspidatum</i>	<i>Coelosphaerium Naegelia-</i> <i>num</i>
v. <i>achondrum</i>	<i>St. gracile</i>	
<i>Arthrodesmus Incus</i>	<i>St. Manfeldtii</i>	<i>Oscillatoria tenuis</i>
	<i>St. megacanthum</i>	

22. Saltvik: Kvarnbo-träsk. Mehrmals besucht, von Ende Mai bis Ende August. Länge des Sees etwa 800 m und Breite 250 m. Tiefe 1,40—1,50 m in der Mitte des Sees, in der Nähe der Ufer 1,20 m (ausserhalb des Vegetationsgürtels). Höhe ü. d. M. 16 m. Kvarnbo-träsk ist der letzte See in einem kleinen Gewässersystem (das grösste Ålands). Durch einen etwa 100 m langen Bach empfängt er Wasser aus dem Lavsböle-träsk, der wieder durch einen Bach mit Långsjö in Verbindung steht. Durch einen etwa 1,5 km langen Bach, Kvarnbo-ström genannt, ergiesst der Kvarnbo-träsk sein Wasser in den Kvarnbo-viken. Ufer niedrig und zum grössten Teil recht sumpfig, jedoch vielerorts kleine Felsen und steinige Strecken. Dicke Gytta-Ablagerungen. Umgebung: Teils Nadelwald oder Mischwald, teils Laubwald und Kulturböden mit Siedelungen (im S und E). Kalkgehalt des Wassers 19,8 mg/l. pH = 6,8 draussen auf dem See. Wasser schwach bräunlich. Die Sichtscheibe am Boden sichtbar. Der See nimmt eine Zwischenstellung zwischen einem Potamogeton-See und einem Lobelia-See ein.

Rings um den See ein besonders in den Busen kräftig entwickelter Schilfgürtel aus *Equisetum fluviatile*, *Phragmites communis*, *Scirpus lacustris* und *Typha angustifolia*, der nur an ein paar Stellen unterbrochen ist. Die Zone der Schwimmblattgewächse, aus *Nymphaea candida*, *Nuphar luteum* und *Potamogeton natans* bestehend, dagegen ziemlich schwach entwickelt, aber einzelne kleine *Nymphaea*-Gruppen in der Mitte des Sees. Submerse Wasserblattkräuter spärlich (einige *Potamogeton*-Arten). An den sumpfigen Ufern innerhalb des Schilfgürtels eine Seggenzone aus *Carex rostrata* und *C. lasiocarpa*, die abwechselnd dominieren. Die Moosvegetation dort sehr schwach entwickelt und an vielen Stellen vollständig fehlend. Wo der Boden fester ist, sind *Carex Oederi* und *Drosera intermedia* vielerorts tonangebende Arten (besonders die ersterwähnte).



Fig. 5. Kvarnbo-träsk. 15—17. 8. 1933.

Übrige erwähnenswerte Uferpflanzen: *Juncus supinus*, *Ranunculus reptans* und *Lobelia dortmanna*. An der Waldgrenze eine Zone aus *Myrica gale* (stellenweise schwach ausgebildet). Die Ufervegetation vom Weiden stark beeinflusst. (S. im übrigen Fig. 5 und Abb. 15.)

An den höheren Wasserpflanzen im Sublitoral recht reichlich Fadenalgen, Oedogoniaceen (*Oedogonium crispum*), Zygnemaceen und Cyanophyceen (*Hapalosiphon intricatus* und *Tolypothrix distorta*). Unter ihnen Protococcaceen und Desmidiaceen. Grosse umhertreibende Matten wie in den typischen Potamogeton-Seen sind hier aber nicht zu finden, und *Cladophora* fehlt hier vollständig. Um ein klares Bild von der Algenvegetation an den Gefässpflanzen zu geben, wird hier die Artenzusammensetzung einer Probe von *Equisetum fluviatile* und einer von *Potamogeton natans* angeführt.

An *Equisetum fluviatile*:

<i>Pediastrum Boryanum</i>	<i>Spirogyra</i> (ster.)	<i>C. margaritatum</i>
<i>P. duplex</i>	<i>Zygnema</i> (ster.)	<i>C. punctulatum</i>
<i>P. tetras</i>	<i>Mougeotia</i> (ster.)	<i>Xanthidium antilopaeum</i>
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	<i>Euastrum gemmatum</i>	<i>Chroococcus</i> sp.
<i>Coleochaete scutata</i>	<i>Cosmarium Blythii</i>	<i>Merismopedia glauca</i>
<i>Oedogonium</i> (ster.)	<i>C. Boeckii</i>	<i>Hapalosiphon intricatus</i>
<i>Bulbochaete</i> (ster.)	<i>C. difficile</i>	<i>Tolypothrix distorta</i>
<i>Botryococcus Braunii</i>		

An *Potamogeton natans*:

<i>Pediastrum Boryanum</i>	<i>Pleurotaenium Ehrenbergii</i>	<i>C. punctulatum</i>
<i>P. duplex</i>		<i>Xanthidium antilopaeum</i>
<i>P. tetras</i>	<i>Cosmarium Boeckii</i>	<i>Staurastrum cuspidatum</i>
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	<i>C. Cucumis</i>	<i>St. dilatatum</i>
<i>Tetraëdron trigonum</i>	<i>C. humile</i>	<i>Sphaerosoma granulatum</i>
<i>Coleochaete</i> sp.	<i>C. impressulum</i>	
<i>Oedogonium</i> sp.	<i>C. perforatum</i>	<i>Hyalotheca dissiliens</i>
<i>Botryococcus Braunii</i>	<i>C. Phaseolus f. minor</i>	<i>H. mucosa</i>
<i>Spirogyra</i> ster.	<i>C. Portianum</i>	<i>Oscillatoria amoena</i>
<i>Closterium parvulum</i>		

Längs den Ufern am Seeboden eine recht reich entwickelte Vegetation aus *Chara fragilis*. Im Uferschlamm eine ziemlich reiche Desmidiaceen-Vegetation. Im Plankton dominieren die Peridineen. Von den übrigen Phytoplanktonten bemerken wir *Pediastrum duplex*, *P. Boryanum*, *Scenedesmus quadricauda* und *Crucigenia rectangularis* var. *irregularis*.

23. Saltvik: Kvarnsjö. Besucht am 3. 7. 30, 13. 8. 30, 4. 6. 32 und 2. 8. 33. Ein typischer Lobelia-See. Länge 600 und Breite 400 m. Die Tiefe des Sees recht bedeutend. Ausserhalb der steilen Felswand am W-Ufer wurden 16—20 m tiefe Stellen gefunden. Im NE-Teil 10 m, im SE nur 5 m Tiefe. Höhe ü. d. M. 24 m. Ausfluss nach Långbergsöda-vik. Steinige und felsige und an einigen Stellen etwas sandige Ufer; im S-Teil steile Felsen. Umgebung: Nadelwald. Kalkgehalt des Wassers 7,1 mg/l. pH = 6,8. Die Farbe schwach gelbbraunlich. Sichttiefe 4,70 cm.

Der Mensch hat störend in die natürliche Entwicklung des Sees eingegriffen. Der See liefert Wasserkraft für eine am Ausflussbache gelegene Sägemühle. Zu diesem Zweck wird der See jedes Frühjahr aufgestaut. Die Wasseroberfläche steigt dann nach Angabe der Ortsbewohner mehr als ein Meter über den Spätsommerwasserstand. Im Frühjahr 1933 wurde der See durch Aufgrabungsarbeiten im Ausfluss um mehrere Zentimeter gesenkt. Abgesehen von den



Wasserstandsregulierungen ist der See von der Kultur sehr unberührt. Der See ist fischarm. Früher gab es dort kein Boot, aber im Sommer 1933 wurde für meine Untersuchung ein Kahn dorthin transportiert.

Kein Schilfgürtel, nur kleine, lichte *Phragmites*-Bestände in den Buchten. Die Dichte der Bestände nur auf 6—7 geschätzt (nach NORRLINS Skala). In der SW-Bucht etwas *Scirpus lacustris* eingestreut. Der Schilfgürtel im SW-Busen, wo die Vegetation am reichsten ist, 15—20 m breit. Auch Schwimmblattgewächse sehr spärlich. Etwas *Nymphaea candida* und *Potamogeton natans* im SW. Eine Charakterart an den Ufern ist *Lobelia Dortmanna*. Sie blühte reichlich am 8. August 1933 unterhalb des Wasserrandes, aber auch recht hoch oben auf dem Ufer. Diese seltene Erscheinung stand in deutlichem Zusammenhang mit dem exzeptionell niedrigen Wasserstand, bedingt teils durch die Ablassung im Frühjahr, teils durch den ungewöhnlich trockenen Sommer. Auch *Juncus supinus* kommt reichlich am Ufer vor. In der NW-Bucht eine *Lobelia-Litorea*-Assoziation. Übrige wichtige Arten am Ufer: *Carex elata* und *C. lasiocarpa*. An einigen Stellen etwas Torfbildung. Im NE an einer Stelle etwas *Sphagnum*. Wenn der See eine ungestörte Entwicklung durchgemacht hätte, würde er sicher gegenwärtig deutlich dystrophe Charakterzüge aufweisen. S. Abb. 6 und 11.

An den längs den Ufern zerstreuten kleinen Beständen aus *Juncus supinus* und auch an den Schilfgewächsen kleine Watten von Fadenalgen (Chlorophyceen, Zygnemaceen und Cyanophyceen). Die Artenzahl dürfte recht gering sein. Leider wurden keine bestimmbar Oedogoniaceen und Zygnemaceen angetroffen. Auch an den Felsen und Steinen und an alten Holzteilen im Wasser wurden etwas Fadenalgen und unter ihnen einzellige Algen gefunden. Besonders bemerkenswerte Algen: *Hapalosiphon fontinalis*, *H. intricatus*, *Stigonema mamillatum*, *St. ocellatum*, *Scytonema mirabile* und *Batrachospermum vagum*. Im Uferschlamm in der SW-Bucht reichlich Desmidiaceen. Auffallend gering ist die Anzahl der Protococcaceen im Kvarnsjö. Im Plankton fast nur Zooplankton. Nur folgende Phytoplanktonen sind verzeichnet: *Botryococcus Braunii* und *Anabaena* sp. (ster.).

24. Sund: Träsket. Besucht am 16. 7. 30 und 12. 8. 30. Ein Potamogeton-See. Länge 400 m und Breite 200 m. Meereshöhe weniger als 4 m. Das E-Ufer steinig, sonst sumpfige Ufer. In der Umgebung meistens Kulturland, am E-Ufer Nadelwald. Kalkgehalt des Wassers 31,6 mg/l. pH = 7,3.

Ein Schilfgürtel aus *Phragmites communis*, *Scirpus lacustris* und *Typha angustifolia*, der am W- und E-Ufer sehr kräftig entwickelt ist. Ausserhalb dieses sind *Nymphaea candida* und *Potamogeton natans* Charakterarten. Sie erfüllen mit ihren Schwimmblättern fast die ganze Wasseroberfläche und lassen nur ganz kleine offene Stellen frei.

Grosse Mengen von *Cladophora fracta* unter den höheren Wasserpflanzen. Ausserdem bemerken wir *Chaetophora incrassata*, *Tolypothrix lanata*, *Gloeotrichia intermedia* und *Gl. Pisum* an den Phanerogamen. Reichlich Protococcaceen und Desmidiaceen am Uferrande (s. die Tabelle). Am Seeboden *Aegagropila Martensii*.

25. Sund: Gästerby-Tjänan. Mehrmals besucht, Juni—August. Ein Dy-See (Moorweiher). Länge 250 m, Breite an den meisten Stellen etwa 50 m. Tiefe 2,90 m, am Aussenrande der Schwimmblattgewächse etwa 2 m. Meereshöhe nach der topographischen Karte ca. 18 m. Rings um den See Weissmoor. Am E-Ufer eine steile Felswand, die jedoch nur an einer Stelle bis zum offenen

Wasser heranreicht. In der Umgebung Reiser-moor und etwas Bruchwald, höher hinauf Nadelwald. Kalkgehalt des Wassers nur 6,2 mg/l. pH = 6,2 im See, im Sumpfe zwischen 4 und 5. Das Wasser bräunlich, Sichttiefe 1,40 m.

Im Weiher fast gar keine Schilfgewächse, nur ein ganz unbedeutender Bestand von *Scirpus lacustris* und kleine Gruppen von *Typha angustifolia* und am E-Ufer eine *Equisetum*-Gruppe. Die Zone der Schwimmblattgewächse wird von *Nymphaea candida*, *Nuphar luteum* (vereinzelt am W-Ufer) und *Potamogeton natans* gebildet (s. näher Fig. 6 und Abb. 8). Die Charakterarten auf dem Weissmoor *Carex lasiocarpa* (besonders reichlich am S-Ende), *Rhynchospora alba*, *Scheuchzeria palustris*, *Oxy-coccus quadripetalus* und *Menyanthes trifoliata*. Übrige bemerkenswerte

Arten: *Carex limosa*, *Andromeda polifolia* und die drei *Drosera*-Arten. Einzelne Sträucher am Sumpfrande: *Salix cinerea*, *Alnus glutinosa* und *Betula pubescens*.

Die Fadenalgen am Rande des Sumpfes: *Hapalosiphon hibernicus*, *H. intricatus*, *Tolypothrix lanata*, *Scytonema mirabile*, *Plectonema notatum*, *Oedogonium suecicum*, *Bulbochaete borealis*, *B. Brebissonii*, *B. tenuis* var. *norvegica*, *Hyalotheca dissiliens*, *H. mucosa*, *Mougeotia* ster., *Zygnema* ster. und *Batrachospermum vagum*. Im Plankton *Botryococcus Braunii*, *Tabellaria* und *Peridineen*. Im Sumpfe eine ziemlich reiche sphagnophile Desmidiaceen-Flora, wie aus der Tabelle ersichtlich ist.

26. *Jomala: Kungsö, Katthavet*. Besucht am 29. 7. 29, 27. 7. 31 und 11. 8. 31. Ein Potamogeton-See. Länge 400 m und Breite 200 m. Meereshöhe ein paar Meter. Rings um den See an den Ufern Braunmoor. In der Umgebung Kulturland. pH = 7,7 am Ufer. Bei der Untersuchung stand kein Boot zur Verfügung.

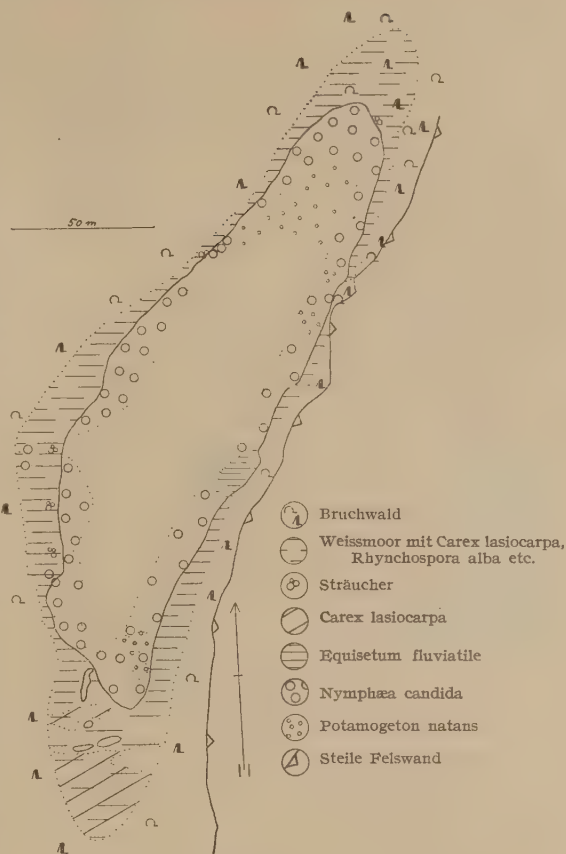


Fig. 6. Gästerby-Tjänan. 14. 8. 1933.














Fig. 7. Nätö, Hemviken. Karte über die Verbreitung von *Phragmites*. 26.—27. 7. 1933.

Am Rande des Braunnmoors eine kräftig entwickelte Schilfvegetation aus *Phragmites communis*, *Scirpus maritimus*, *Sc. Tabernaemontani*, *Typha angustifolia* und *T. latifolia*. Auf dem Braunnmoor sonst die typische reiche Braunnmoorvegetation mit *Carex diandra*, *C. pseudocyperus*, *Calltha palustris*, *Comarum palustre*, *Lycopus europaeus* und *Utricularia vulgaris* als besonders hervortretende Arten.

Im Herb. Mus. Fenn. finden sich Exemplare von *Chara intermedia* und *Ch. tomentosa* von Katthavet (leg. V. Korvenkontio). Weil mir an diesem See kein Boot zur Verfügung stand, kann ich vorläufig nichts über das Vorkommen dieser Arten in dem genannten See mitteilen. Das Vorkommen von *Chara tomentosa* in diesem Süßwassersee wäre von besonderem Interesse, da diese Art sonst bei uns nur aus Salzwasser bekannt ist.

Am Aussenrande des Sumpfes eine reiche Algenvegetation. Wir bemerken dort reichlich *Cladophora fracta* sowie Oedogoniaceen und Zygnemaceen (*Spirogyra gracilis* und *Sp. Spreetiana*). Unter den fadenförmigen Algen reichlich Protococcaceen und Desmidiaceen. Unter den letzterwähnten sind die für schwach saure Gewässer und Sümpfe charakteristischen *Closterium moniliferum*, *Pleurotaenium truncatum*, *Cosmarium conspersum*, *C. tetraophthalmum* und *C. turgidum* zu erwähnen.

27. Lemland: Nätö Hemviken. Besucht am 14. 7. 29, 10. 7. 30, 4. 8. 30, 5. 7. 31, 9. 7. 32 und 27. 7. 33. Länge 400 m, grösste Breite etwas über 200 m. Tiefe ca. 1 m. Ein See, der noch nicht ganz vollständig vom Meere abgeschnürt ist. Er liegt beim Normalwasserstand 27 cm über der Meeresoberfläche (nivelliert am 21. Juli 1933). Ein 250 m langer, fast zugewachsener Ausfluss zum Meer. Durch diesen kann jedoch bei Hochwasserstand Meerwasser in Hemviken eindringen. Eine Wasserprobe, genommen im Juli 1932, enthielt 292,3 mg/l NaCl. Kalkgehalt 85,7 mg/l. pH = 7,8. Wasser lehmig, Sichttiefe 90 cm. Die Ufer niedrig, meistens lehmig und etwas sumpfig, aber hier und da kleine Felsen. Starke Gytta-Bildung und Entwicklung von Sumpfgas. Am

- |  |   |
|--|---|
|  <i>Typha latifolia</i>   |  <i>Empetrum nigrum</i>  |
|  <i>Polyg. amphib.</i>    |  <i>Sorbus aucuparia</i> |
|  <i>Lemna minor</i>       |  <i>Sphagnum</i>         |
|  <i>Comarum palustre</i>  |  Wassermoss              |
|  <i>Vaccinium uligin.</i> |  Steile Felswand         |
|  <i>Calluna vulgaris</i>  |   |

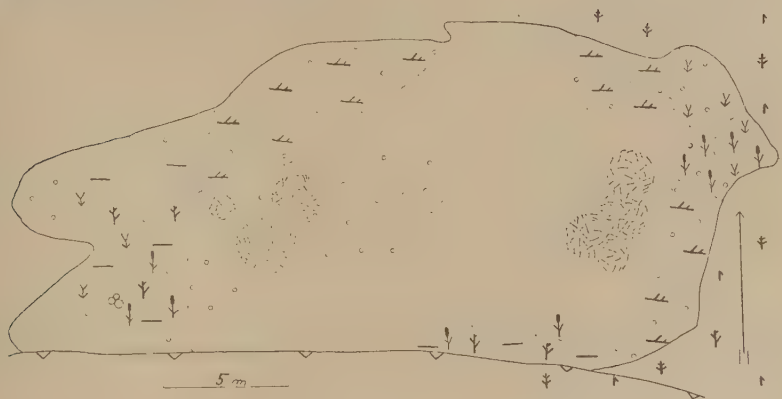


Fig. 8. Der Tümpel auf Årtronklobben. 22. 7. 1933.

W-Ufer eine Strecke mit Nadelwald (ehemaliger Laubwald), am E-Ufer ein recht felsiges Gelände mit kleinen Waldpartien hier und da. Im N eine Siedlung, deren Kuhstall in der Nähe des Ufers gelegen ist, was eine nicht ganz unbedeutende Verunreinigung des Wassers im NW-Teil des Sees verursacht. Im NE und SW feuchte und sumpfige Wiesen mit Seggen (*Carex norvegica* und *C. Goodenowii*) und *Calamagrostis neglecta* als Charakterarten.

Rings um den See im Sublitoral ein Gürtel aus *Phragmites communis*, mit nur einigen kleinen Lücken. Stellenweise *Scirpus Tabernaemontani*, *Sc. maritimus*, *Typha angustifolia* und *T. latifolia* eingestreut. Ausserhalb des Schilfgürtels kleine zerstreute *Phragmites*-Gruppen. Im übrigen vgl. Fig. 7 und Abb. 1.

Unter den Algen im Sublitoral dominiert *Cladophora fracta*, die teils am Schilf festsitzt und teils umhertreibt. Im Plankton ist *Ceratium hirundinella* die Hauptart. Andere wichtige Phytoplanktonen sind *Coelosphaerium Naegelianum*, *Scenedesmus quadricauda* und *Pediastrum Boryanum*. Besonders bemerkenswert ist die Armut an Characeen im See. *Chara tomentosa* und *Ch. fragilis* kommen dort ganz spärlich vor. *Chara tomentosa* fand ich im Jahre 1930, suchte sie aber vergebens im Sommer 1933. Die Ursache zu diesem spärlichen Vorkommen der Characeen in Hemviken möchte ich der Verunreinigung des Wassers und der starken Gytta-Bildung zuschreiben. Was *Chara tomentosa* betrifft, ist aber auch zu beachten, dass sie in unseren Meerbusen allgemein verbreitet, aber bis jetzt nicht mit voller Sicherheit aus dem Süßwasser bekannt ist (vergl. oben).

28. Lemland, der Tümpel auf Årtronklobben. Besucht am 14. 7. 29, 10. 7. 30, 7. 8. 30, 5. 7. 31, 11. 6. 32 und 22. 7. 33. Ein typischer Tümpel der felsigen Schären. Länge 30 m, Breite 12 m. Tiefe etwa 1,5 m. Meereshöhe 2,94 m. Felsen rings herum. Auf dem felsigen Boden kleine Steine und etwas Schlamm.



In den Felsenspalten am W-Ende ein kleiner Sumpf mit *Sphagnum*-Rasen. Etwas *Sphagnum*-Moor auch am E-Ende. Im S eine steile Felswand.

Charakterpflanzen an den Ufern: *Polygonum amphibium*, *Comarum palustre* und *Typha latifolia*. *Lemna minor* umhertreibend. Auf den Mooren *Vaccinium uliginosum* und *Comarum palustre* Charakterpflanzen. Höher oben an den Felsen vielerorts heideartige Vegetation mit *Calluna vulgaris* und *Empetrum nigrum*. Auf dem Boden des Tümpels ein von den Moosen *Amblystegium riparium* und *Calliergon cordifolium* gebildetes, etwa 1 m dickes Lager. Stellenweise steigen diese Moose zur Oberfläche hinauf. S. Fig. 8 und Abb. 10.

Grosse Watten aus Zygnemaceen (*Spirogyra majuscula*, *Sp. longata* und *Sp. scrobiculata*) und Oedogoniaceen. Unter diesen recht reichlich Cyanophyceen und Desmidiaceen und auch Protococcaceen. Folgende Arten besonders bemerkenswert: *Aphanothece microscopica*, *Anabaena subcylindrica*, *Nostoc Kihlmani*, *Desmidiium Swartzii*, *Sphaerosoma vertebratum*, *Pediastrum Boryanum*, *P. tetras* und *Scenedesmus bijugatus* var. *alternans*.

29. Vårdö: Vargata-träsk. Besucht am 15. 7. 25, 26. 6. 30 und 14. 7. 31. Ein Potamogeton-See. Länge etwa 500 m und Breite etwa 300 m. Moorige Ufer (Braunmoor) rings um den See, nur an einer Stelle ein kleiner Felsen. In der Umgebung Laubwald und Kulturboden. Deutlich alkalisches Wasser mit einem Kalkgehalt von 29,7 mg.

Am Rande des Braunmoors eine sehr üppige Vegetation mit *Phragmites communis* und *Typha angustifolia* als Hauptarten. Übrige tonangebende Arten: *Dryopteris thelypteris*, *Typha latifolia*, *Scirpus maritimus*, *Carex pseudocyperus*, *Cicuta virosa* und *Lycopus europaeus*. An einigen Stellen kleine Gebüsche aus *Salix cinerea* am Uferrande. Im Sublitoral grosse Gruppen von *Potamogeton natans*. Ausserdem kommt *Lemna trisulca* dort als Charakterart vor.

Im Sublitoral grosse Watten aus Fadenalgen (Zygnemaceen und *Cladophora*). Unter ihnen die einzelligen Algen zahlreich: *Pediastrum Boryanum*, *Scenedesmus quadricauda*, *Closterium moniliferum*, *Cosmarium Boeckii*, *C. subprotumidum*, *Staurastrum crenulatum* etc. An den Wasserpflanzen reichlich *Chaetophora incrassata* und *Gloeotrichia*. *Chara aspera* kommt nach meinen Aufzeichnungen spärlich vor. Armes Plankton, meistens Zooplankton.

30. Kumlinge: Seglinge Käringträsk. Besucht am 7. 7. 31. Ein kleiner, ziemlich schmaler, nur ein paar hundert Meter langer See. Teils sumpfige und teils felsige Ufer (niedrige Felsen). Umgebung: Felsiges Gelände mit Laubwaldpartien zwischen den Felsen. Kalkgehalt des Wassers 7,6 mg/l. pH = 6,5.

Rings um den See *Phragmites communis* Charakterart. *Typha angustifolia* spärlich. Ausserhalb des Schilfes *Nymphaea candida* und *Potamogeton natans*. Eine recht grosse offene Wasserfläche.

Fadenalgen an den Wasserpflanzen und an den Felsen, aber keine grösseren Algenwatten am Ufer, Oedogoniaceen (*Bulbochaete rectangularis*) und Zygnemaceen. Recht reichlich Protococcaceen unter den Fadenalgen. Am Seeboden *Aegagropila Martensii*. Im Plankton (vom Ufer genommen, da kein Boot zur Verfügung stand) folgende Arten:

<i>Pediastrum Boryanum</i>	<i>Staurastrum anatinum</i>	<i>Coelosphaerium Naegeli-</i>
<i>P. duplex</i>	<i>St. cuspidatum</i>	<i>anum</i>
<i>Xanthidium antilopaeum</i>		

Im Sumpfe am Ufer (*Sphagnum*) eine relativ reiche Desmidiaceen-Flora.





[illegible]













	Eckero:	Sigmlskar	Enskärstråk
C. zonatum .....	-	-	-
Xanthidium antilopæum .....	-	-	-
- v. dimazum .....	-	-	-
- v. polymazum .....	-	-	-
X. armatum .....	-	-	-
X. cristatum .....	+	-	-
X. fasciculatum .....	+	-	-
Arthrodesmus bifidus ...	-	-	-
A. Bulnheimii v subincus ..	-	-	-
A. convergens .....	-	-	-
A. Incus .....	-	-	-
- v. extensus .....	-	-	-
- f. minor .....	-	-	-
- v. Ralsii .....	-	-	-
A. octocornis .....	-	-	-
- f. impar .....	-	-	-
Staurastrum aciculisferum ..	-	-	-
St. alternans .....	-	-	-
St. anatinum .....	-	-	-
- v. curtum .....	-	-	-
St. apiculatum .....	-	-	-
St. Arachne .....	-	-	-
St. Arcticon .....	-	-	-
St. avicula .....	-	-	-
St. brachiolum .....	-	-	-
St. brachiopr. v. Archer....	-	-	-
St. Brebissonii .....	-	-	-
St. brevispinum .....	-	-	-
St. cerastes .....	-	-	-
St. connatum .....	-	-	-
St. controversum .....	-	-	-
St. crenulatum .....	+	-	-
St. cristatum .....	-	-	-
St. curvatum .....	-	-	-
St. cuspidatum .....	-	-	-
St. dejectum .....	+	-	-
- v. patens .....	-	-	-
S. Dickiei .....	-	-	-
- v. circulare .....	-	-	-
St. dilatatum .....	+	-	-
St. dimazum .....	-	-	-
St. disputatum .....	-	-	-
- v. sinense .....	-	-	-
St. porfisculatum .....	-	-	-
St. furcatum .....	-	-	-
St. furcigerum .....	-	-	-
- v. armigerum .....	-	-	-
St. gladiusum .....	-	-	-





	Eckero: Signilskar	Enskärstråk	Eckero: Stor-Fladan	Hammarland: Persängstråk	Hammarland: Djäkenbôle-tråk	Finsfröm: Skabbö Holmtråk	Finsfröm: Bjärströmstråk	Finsfröm: Finbacka-tråk	Geta: Danö-tråk	Geta: Timmertråk	Geta: Östergeta Bytråk	Geta: Norstråk	Geta: Norra-Finviken	Geta: Bolstaholmstråk	Geta: Hockbôle-tråk	Geta: Muntråk	Saltvik: Toböle-tråk	Saltvik: Strömma-Tjånan	Saltvik: Åsgårda-Tjånan	Saltvik: Berby-Tjånan	Saltvik: Långbergsöda-Tjånan	Saltvik: Laxbôle-tråk	Saltvik: Kvambo-tråk	Saltvik: Kvarnsjö	Sund: Trasket	Sund: Gåsterby-Tjånan	Jomala: Kungö Kathavet	Lemland: Nätö Hemviken	Lemland: Årttronklöben	Vårbo: Vargata-tråk	Kuminge: Seglinge Kärtingstråk	
<i>M. tenuissima</i> .....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Synechococcus aeruginosus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>S. maior</i> .....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Hormogonales</i>																																
<i>Stigonema informe</i> .....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>St. mammosum</i> .....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>St. ocellatum</i> .....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Hapalosiphon fontinalis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>H. kibernicus</i> .....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>H. intricatus</i> .....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Calothrix Braunii</i> .....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>C. fusca</i> .....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>C. parietina</i> .....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>C. stagnalis</i> .....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Dichothrix compacta</i> .....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>D. gypsophila</i> .....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Gloeotrichia echinulata</i> ...	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>G. intermedia</i> .....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>G. natans</i> .....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>G. Pisum</i> .....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Gloeotrichia</i> sp. ....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Rivularia Biasolettiana</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Rivularia</i> sp. ....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Plectonema notatum</i> .....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Tolypothrix distorta</i> .....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
— <i>v. penicillata</i> .....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>T. lanata</i> .....	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>T. limbat</i> .....	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>T. tenuis</i> .....	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Scytonema mirabile</i> .....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Nostoc coeruleum</i> .....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>N. Kihlmani</i> .....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>N. pruniforme</i> .....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>N. sphaericum</i> .....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Nostoc</i> sp. ....	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Anabæna catenula v. solii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>A. circinalis</i> .....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>A. flos aquæ</i> .....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>A. lapponica</i> .....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>A. subcylindrica</i> .....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Anabæna</i> sp. ....	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Cylindrospermum majus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>C. stagnale</i> .....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Cylindrospermum</i> sp. ...	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Aphanizomenon flos aquæ</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																			





## X. Artenverzeichnis.

Das folgende Verzeichnis enthält sämtliche von mir auf Åland gefundenen Süßwasseralgen, 665 an der Zahl. Bei fortgesetzten Untersuchungen werden sicher noch viele Arten hinzukommen. Es muss hier aber besonders hervorgehoben werden, dass die aerophilen Algen sehr wenig beachtet worden sind. Es schien jedoch motiviert, diese Zusammenstellung schon jetzt zu veröffentlichen, da wir in unserer algologischen Literatur nur einige zerstreute Angaben von Åland haben. Diese Angaben (in dem Verzeichnis von ELFVING 1895, bei HIRN 1895 und 1900, ENWALD 1904, KLINGSTEDT 1907, CEDERCREUTZ 1933 und SKUJA 1933) sind, mit Ausnahme derjenigen über die Zygnemaceen, im untenstehenden Verzeichnis enthalten. Ich beabsichtige, in der nächsten Zukunft das Material der Zygnemaceen in unserem Museum vollständig durchzugehen. Die alten Bestimmungen sind einer Revision im Sinne der im Jahre 1932 erschienenen neuen Bearbeitung der Zygnemaceen von CZURDA in Paschers Süßwasserflora bedürftig. Ein ziemlich grosses, fast völlig unbearbeitetes Material von åländischen Algen haben wir im Herb. Mus. Fenn. Nur ein paar Angaben aus diesem werden hier im voraus mitgeteilt, da sie für meine Untersuchung von besonderem Interesse sind. Ich hoffe bald eine vollständige Zusammenstellung der Algen dieser Sammlung publizieren zu können.

Frequenzangaben nach der in den Verzeichnissen für Phanerogamen gebräuchlichen Skala schienen mir vorläufig nicht möglich. Die beste Auffassung über die Frequenz erhält man, wenn man die Anzahl der Fundorte überblickt. Einige komplettierende Erörterungen darüber schienen mir nur in einigen Fällen nötig. Nähere Standortsangaben für jede Art konnten nicht mitgeteilt werden, aber für die meisten Arten finden wir kurze ökologische Aufschlüsse. Allgemeine Angaben über die Verbreitung der einzelnen Arten in Finnland zu geben, schien mir verfrüht. Das Verzeichnis enthält aber 105 Arten, die aus Finnland früher nicht bekannt sind. Diese sind mit einem Stern bezeichnet.

## Chlorophyceae.

### Tetrasporales.

*Gloeococcus Schroeteri* (Chodat) Lemm. — Im Plankton der Seen. Hammarland: Persängstråk. Finström: Skabbö Holmtråk, Vandö Örtåk. Geta: Bolstaholmstråk, Höckböle-tråk. Saltvik: Toböle-tråk, Askar-tråk. Sund: Björby-tråk, Västra-Kyrksundet, Östra-Kyrksundet. Lemland: Stortråk.

*Tetraspora cylindrica* (Wahlenb.) Ag. — In einem Bache. Sund: Gästerby. T. sp. — Finström: Tjudö Storträsk. Sund: Mångstekta, Träsket, Bomarsund Övre-viken.

*Schizochlamys gelatinosus* A. Br. — In Seen und Tümpeln. Eckerö: Överby Insjön, Marby Träsket. Hammarland: Trutvikträsk, Djäkenböle-träsk. Finström: Bjärströmsträsk, Storträsk, Vandö Örtäsk. Geta: Dånö-träsk, Timmerträsk, Häggviken, Munträsk. Jomala: Kungö-fjärden. Saltvik: Toböle-träsk. Sund: Kvärsjö. Lemland: Storvikträsk. Lumparland: Västerträsk. Brändö: Tümpel auf Brändskär, Fiskö-träsk (im Ausfluss).

### Protococcales.

*Pediastrum angulosum* (Ehrenb.) Menegh. var. *araneosum* Racib. — Hammarland: Långträsk. Saltvik: Kvarnbo-träsk.

*P. biradiatum* Meyen. — Hammarland: Långträsk. Geta: Hagesörträsk. Saltvik: Toböle-träsk, Kvarnbo-träsk, Kvarnsjö. Sund: Träsket.

*P. Boryanum* (Turp.) Menegh. — Offenbar sehr allgemein in Seen und Tümpeln, besonders in eutrophen Gewässern. Eckerö: Signilskär Hauptinsel und Kaparskär, Örfjärden, Stor-Fladan, im Graben zwischen den Seen Stor-Fladan und Lill-Fladan, Överby Insjön, Marby Träsket. Hammarland: Västerby-träsk, Trutvikträsk, Persängsträsk, Västmyra-träsk, Djäkenböle-träsk, Långträsk. Finström: Skabbö Holmträsk, Bjärströmsträsk, Storträsk, Vandö Örtäsk, Brandsböle-träsk, Prästräsk, Långsjö, Finbacka-träsk, Bränneri-träsk, Godby-träsk, Tjudö Svartträsk und Storträsk. Geta: Dånö-träsk, Isaksö-träsk, Hängsträsk, Hagesörträsk, Fagnästräsk, Gröndalsträsk, Timmerträsk, Östergeta Byträsk, Norsträsk, Häggviken, Norra-Finviken, Bolstaholmsträsk, Höckböle-träsk, Munträsk. Jomala: Dalkarby-träsk, Kungö-fjärden, Katthavet. Saltvik: Dalträsk, Toböle-träsk, Strömma-träsk, Strömma-Tjänan, Åsgårda-träsk, Långbergsöda-Tjänan, Långsjö, Lavsböle-träsk, Kvarnbo-träsk, Kvarnsjö, Askar-träsk, Mösjö, Borgboda-träsk. Sund: Björby-träsk, Kvärsjö, Sibby Storträsk und Lillträsk, Pottin, Västra- und Östra-Kyrksundet, Träsket, Högbolstad-träsk, Tranvikträsk. Lemland: Lemböte Byträsk, Storträsk, Herröskatan, Nätö, Eskskär, Slätskär, Ärtronklobben, Björkö, Fjärdskär, Nyhamnslandet, Lågsjär Österkleppen. Lumparland: Västerträsk. Vårdö: Vargata-träsk. Kumlinge: Seglinge Fjärden und Karingträsk, Långsund, Kalskär, Lilla Kvarnskär. Brändö: Brändskär, Labbholm, Fiskö-träsk, Lappo. Sottunga: Drakö, Rödgrund, Gloskär. Kökar: Karlö Oppsjön.

*P. Braunii* Wartmann. — Tümpel. Eckerö: Signilskär Heligman.

*P. duplex* Meyen. — In Seen und kleineren Wasseransammlungen. Eckerö: Signilskär Heligman, Stor-Fladan, Överby Insjön, Marby Träsket. Hammarland: Trutvikträsk, Persängsträsk, Västmyra-träsk, Långträsk. Finström: Bjärströmsträsk, Brandsböle-träsk, Finbacka-träsk, Stallhagsträsk, Godby-träsk, Möträsk, Tjudö Svartträsk. Geta: Gröndalsträsk, Östergeta Byträsk, Norsträsk, Norra-Finviken, Bolstaholmsträsk, Höckböle-träsk, Munträsk. Jomala: Dalkarbyträsk. Saltvik: Toböle-träsk, Strömma-träsk, Lavsböle-träsk, Kvarnbo-träsk, Askar-träsk, Mösjö. Sund: Björby-träsk, Kvärsjö,

Sibby Lillträsk, Pottin, Östra-Kyrksundet, Högbolstad-träsk. **L e m l a n d**: Storvikträsk, Nätö, Kobbaklinter Österlandet. **V å r d ö**: Vargata-träsk. **K u m l i n g e**: Seglinge Fjärden und Kåringträsk. **B r ä n d ö**: Brändskär.

*P. integrum* Nägeli. — In Seen und kleineren Wasseransammlungen. **E c k e r ö**: Signilskär Hauptinsel und Kaparskär, Stor-Fladan, Överby Insjön. **H a m m a r l a n d**: Västerby-träsk, Persängsträsk, Västmyra-träsk, Långträsk. **F i n s t r ö m**: Bjärströmsträsk, Koträsk. **G e t a**: Dånö-träsk. **S a l t v i k**: Toböle-träsk. **S u n d**: Björby-träsk, Pottin, Östra-Kyrksundet Tjurnäs-träsk. **L e m l a n d**: Nätö Hemviken, Nyhamnslandet, Lågsjär Storlandet. **K u m l i n g e**: Snäckö.

\* *P. muticum* Kütz. — **F i n s t r ö m**: Brandsböle-träsk. **L e m l a n d**: Norrby (Tümpel).

*P. tetras* (Ehrenb.) Ralfs. — In Seen und Sümpfen. **E c k e r ö**: Storby, Örfjärden, Stor-Fladan, Överby Insjön. **H a m m a r l a n d**: Trutvikträsk, Persängsträsk, Västmyra-träsk, Djäkenböle-träsk, Långträsk. **F i n s t r ö m**: Skabbö Holmträsk, Bjärströmsträsk, Storträsk, Prästträsk, Finbacka-träsk, Bränneriträsk, Godby-träsk, Möträsk. **G e t a**: Dånö-träsk, Isaksö-träsk, Wasseransammlung gleich unterhalb des Gipfels des Kasberget, Gröndalsträsk, Lillträsk, Östergeta Byträsk, Norsträsk, Norra-Finviken, Bolstaholmsträsk, Höckböle-träsk, Munträsk. **J o m a l a**: Kungsö-fjärden, Katthavet. **S a l t v i k**: Toböle-träsk, Strömma-Tjänan, Åsgårda-Tjänan, Kvarnbo-träsk, Kolmila-träsk, Mösjö, Borgboda-träsk. **S u n d**: Björby-träsk, Pottin, Hulta, Trasket, Tjurnäs-träsk, Tranvikträsk. **L e m l a n d**: Norrby, Storvikträsk, Grundfjärden, Storträsk, Nätö, Slätskär, Ärtronklobben, Björkö, Nyhamnslandet. **V å r d ö**: Vargata-träsk, Norr-Granö. **K u m l i n g e**: Seglinge Fjärden und Kåringträsk, Snäckö, Långsund, Gloholm. **B r ä n d ö**: Brändskär, Björnholma, Lappo. **S o t t u n g a**: Drakö, Rödgrund.

\* *Euastropsis Richteri* (Schmidle) Lagerh. — Sumpf. **B r ä n d ö**: Lappo.

*Eremosphaera viridis* De Bary. — An den sumpfigen Ufern der Seen und auch in kleineren Wasseransammlungen. **F i n s t r ö m**: Finbacka-träsk. **G e t a**: Häggviken. **J o m a l a**: Katthavet. **S a l t v i k**: Toböle-träsk, Bertby-Tjänan. **S u n d**: Gästerby-Tjänan. **L u m p a r l a n d**: Klemetsby.

*Tetraedron caudatum* (Corda) Hansg. — In Seen und kleineren Wasseransammlungen. **E c k e r ö**: Signilskär Kaparskär, Stor-Fladan, Överby Insjön. **L e m l a n d**: Storvikträsk, Nyhamnslandet. **B r ä n d ö**: Brändskär.

\* *T. enorme* (Ralfs) Hansg. — See. **S o t t u n g a**: Gloskär.

*T. limneticum* Borge. — Plankton-Art. **G e t a**: Bolstaholmsträsk. **S a l t v i k**: Lavsböle-träsk.

\* *T. lobulatum* (Naeg.) Hansg. — **G e t a**: Höckböle-träsk. **B r ä n d ö**: Brändskär (Tümpel).

*T. minimum* (A. Br.) Hansg. — In Seen und kleineren Wasseransammlungen. **E c k e r ö**: Örfjärden, Överby Insjön. **H a m m a r l a n d**: Lillfjärden. **F i n s t r ö m**: Skabbö Holmträsk, Storträsk, Bränneriträsk. **G e t a**: Östergeta Byträsk. **S u n d**: Pottin. **L e m l a n d**: Nätö Hemviken, Björkö, Lågsjär Österkleppen. **K u m l i n g e**: Seglinge Kåringträsk, Snäckö. **B r ä n d ö**: Labbholm.

\* *T. pentaedricum* W. & G. S. West. — **V å r d ö**: Vargata-träsk.

\* *T. quadricuspidatum* (Reinsch) Hansg. — **S a l t v i k**: Kolmila-träsk.

\* *T. regulare* Kütz. — **S a l t v i k**: Mora-träsk, Kolmila-träsk.



\* *T. trigonum* (Naeg.) Hansg. — Saltvik: Strömma-Tjänan, Kvarnbo-träsk. Lemland: Nätö Hemviken.

*Scenedesmus acuminatus* (Lagerh.) Chodat. — Eckerö: Storby Västra-Insjön.

*Sc. acutiformis* Schröder. — In Seen und kleineren Wasseransammlungen. Eckerö: In Felsentümpel am Ufer von Stor-Fladan. Kumlinge: Der See auf Snäckö. Sottunga: Rödgrund. Kökar: Österbygge Högholma.

\* *Sc. arcuatus* Lemmermann. — In Seen und kleineren Wasseransammlungen. Eckerö: Örfjärden, Marby Inre-Träsket. Geta: Isaksö-träsk, Östergeta Byträsk. Sund: Träsket. Lemland: Norrby. Brändö: Brändskär.

*Sc. bijugatus* (Turp.) Kütz. — Allgemein in eutrophen Gewässern, auch in Sümpfen. Eckerö: Signilskär Enskärsträsk und Heligman sowie Kaparskär, Östra-Insjön, Torp Lassas, Stor-Fladan, Holmträsk, Kirchdorf. Hammarland: Lervik, Lillfjärden, Trutvikträsk, Persängsträsk, Västmyra-träsk, Djäkenböle-träsk, Långträsk. Finström: Skabbö Holmträsk, Bjärströmsträsk, Brinkträsk, Slussfjärden, Godby-träsk, Pettböle Lillträsk. Geta: Dänö-träsk, Isaksö-träsk, Hängsträsk, Lillträsk, Östergeta Byträsk, Norsträsk, Häggviken, Norra-Finviken, Bolstaholmsträsk, Munträsk. Jomala: Katthavet. Saltvik: Glosholmsträsk, Toböle-träsk, Strömma-Tjänan, Åsgårda-Tjänan, Langsjö, Kvarnbo-träsk, Kolmila-träsk, Askar-träsk, Mösjö, Borgboda-träsk. Sund: Gästerby-Tjänan, Björby-träsk, Pottin, Träsket. Lemland: Norrby, Storvikträsk, Grundfjärden, Storträsk, Nätö Hemviken, Ärtronklobben. Vårdö: Vargata-träsk. Kumlinge: Seglinge Käringträsk, Snäckö, der Tümpel an der Dampferbrücke. Brändö: Brändskär, Labbholm, Lappo. Sottunga: Rödgrund. Kökar: Kleine Schäreninsel gleich E von Bergskär.

*Sc. bijugatus* var. *alternans* (Reinsch) Hansg. — Geta: Löknäspotten. Lemland: Ärtronklobben.

*Sc. denticulatus* Lagerheim. — In Seen und kleineren Wasseransammlungen sowie in Sümpfen. Eckerö: Storby Västra-Insjön und im Sumpf N vom Dorf, Örfjärden. Finström: Bjärströmsträsk, Vandö Örträsk, Brännerträsk. Geta: Munträsk. Saltvik: Ekholm, Kvarnbo-träsk. Sund: Hulta Helsingkrok, Pottin. Lemland: Norrby, Ärtronklobben, Kobbaklintar Österlandet, Björkö, Fjärdskär, Nyhamnslandet. Kumlinge: Enskär. Brändö: Björnholma, Lappo. Föglö: Bänö. Sottunga: Rödgrund.

*Sc. dimorphus* (Turp.) Kütz. (nach SMITH 1920, S. 151). — In Seen und kleineren Wasseransammlungen. Eckerö: Stor-Fladan. Finström: Brännerträsk, Pettböle. Geta: Gröndalsträsk, Norsträsk. Saltvik: Glosholmsträsk, Kvarnbo-träsk. Lemland: Slätskär, Fjärdskär. Vårdö: Vargata-träsk. Kumlinge: Långsund, im Tümpel an der Dampferbrücke, kleine Schäreninsel SW von Hettorna. Brändö: Brändskär. Kökar: Kleine Schäreninsel E von Bergskär.

*Sc. Hystrix* Lagerheim. — Hammarland: Långträsk. Geta: Hängsträsk. Lemland: Slätskär (Wasseransammlung). Kumlinge: Käringträsk. Brändö: Fiskö-träsk (im Ausfluss). Kökar: Österbygge Högholma.

\* *Sc. longus* Meyen (nach SMITH 1920 S. 156). — Saltvik: Toböle-träsk. L em l a n d: Grundfjärden.

*Sc. obliquus* (Turp.) Kütz. — In eutrophen Gewässern. E c k e r ö: Signilskär Kaparskär, Torp Lassas, Marby Inre-Träsket. H a m m a r l a n d: Persängsträsk. F i n s t r ö m: Skabbö Holmträsk, Vandö Örtträsk. G e t a: Bolstaholmsträsk. J o m a l a: Degerbergsfjärden, Katthavet. S a l t v i k: Kvarnbo-träsk, Mösjö, Borgboda-träsk. S u n d: Träsket. L e m l a n d: Storträsk, Nätö, Eskskär, Slätskär, Årtronklobben. V ä r d ö: Norr-Granö. K u m l i n g e: Snäckö, Långsund, Gloholm, Borgskärshäran, Lilla Kvarnskär. B r ä n d ö: Labbholm, Lappo. S o t t u n g a: Rödgrund.

*Sc. quadricauda* (Turp.) Bréb. — Eine sehr allgemeine Art, sowohl in den Seen wie in den kleineren Gewässern; eine häufige Planktonart. E c k e r ö: Signilskär Kaparskär, Storby Västra-Insjön, Örfjärden, Stor-Fladan, Lill-Fladan, Överby Insjön, Marby Inre-Träsket und Träsket. H a m m a r l a n d: Västerby-träsk, Trutvikträsk, Persängsträsk, Västmyra-träsk, Djäkenböle-träsk, Långträsk. F i n s t r ö m: Skabbö Holmträsk, Bjärströmsträsk, Brinkträsk, Kotträsk, Storträsk, Vandö Örtträsk, Brandshöle-träsk, Prästräsk, Långsjö, Finbacka-träsk, Brännerträsk, Godby-träsk, Möträsk, Tjudö Svartträsk. G e t a: Dänö-träsk, Hängsträsk, Wasseransammlung unterhalb des Gipfels des Kasberget, Fagnästräsk, Gröndalsträsk, Timmerträsk, Östergeta Byträsk, Häggviken, Norra-Finviken, Höckböle-träsk, Munträsk. J o m a l a: Dalkarby-träsk, Degerbergsfjärden, Kungsö-fjärden, Katthavet. S a l t v i k: Gloholmsträsk, Toböle-träsk, Åsgårda-Tjänan, Långbergsöda-Tjänan, Långsjö, Lavsböle-träsk, Kvarnbo-träsk, Kvarnbo-ström, Kvarnsjö, Askar-träsk, Mösjö, Borgboda-träsk. S u n d: Björby-träsk, Kvärsjö, Borgsjö, Pottin, Östra-Kyrksundet, Bomarsund, Tjurnäs-träsk, Högbolstad-träsk, Tranvikträsk. L e m l a n d: Norrby, Lemböte Byträsk, Storvikträsk, Grundfjärden, Storträsk, Marsö-träsk, Nätskärsträsk, Nätö Hemviken, Eskskär, Kobbaklintar Österlandet, Björkö, Fjärdskär, Lågskär Storlandet und Österkleppen. V ä r d ö: Vargata-träsk. K u m l i n g e: Seglinge Fjärden und Käringträsk, Snäckö, Långsund, im Tümpel an der Dampferbrücke, Gloholm, kleine Schäreninsel SW von Hettorna. B r ä n d ö: Brändskär, Labbholm, Björnholma. S o t t u n g a: Drakö, Gloskär.

*Crucigenia rectangularis* (A. Br.) Gay. — In eutrophen Gewässern. E c k e r ö: Signilskär Kaparskär. H a m m a r l a n d: Trutvikträsk, Långträsk. F i n s t r ö m: Finbacka-träsk, Möträsk. G e t a: Bolstaholmsträsk, Höckböle-träsk. J o m a l a: Katthavet. S a l t v i k: Dalträsk, Strömma-Tjänan, Långsjö, Lavsböle-träsk. S u n d: Björby-träsk, Östra-Kyrksundet, Träsket. L e m l a n d: Norrby, Storvikträsk.

*Cr. rectangularis* var. *irregularis* (Wille) Brunnthaler. — In eutrophen Gewässern. E c k e r ö: Stor-Fladan. H a m m a r l a n d: Persängsträsk. F i n s t r ö m: Skabbö Holmträsk, Bjärströmsträsk. S a l t v i k: Kvarnbo-träsk, Somröda-träsk, Borgboda-träsk.

\* *Cr. tetrapedia* (Kirchn.) W. & G. S. West. — S u n d: Gästerby-Tjänan.

*Kirchneriella lunaris* (Kirchn.) Möb. — G e t a: Östergeta Byträsk. S a l t v i k: Åsgårda-Tjänan. L e m l a n d: Storvikträsk.

*K. obesa* (W. West) Schmidle. — G e t a: Bolstaholmsträsk, Höckböle-träsk.

*Dictyosphaerium pulchellum* Wood. — In Seen und kleineren Wasseransammlungen sowie in Sümpfen. Eckerö: Signilskär Heligman, Kirchdorf. Geta: Bolstaholmsträsk. Saltvik: Kvarnbo-träsk, Askar-träsk. Lemland: Marsö-träsk. Kumlinge: im Tümpel an der Dampferbrücke, Lilla Kvarn-skär.

*Dimorphococcus lunatus* A. Br. — Geta: Timmerträsk, Lillträsk.

*Ankistrodesmus falcatus* (Corda) Ralfs. — In Seen, kleineren Wasseransammlungen und in Sümpfen. Eckerö: Storby Sumpf N von Dorfe, Stor-Fladan, Överby Insjön. Hammarland: Persängsträsk, Västmyra-träsk, Djäkenböle-träsk. Finström: Storträsk, Vandö Örtäsk, Finbacka-träsk, Tümpel N von Pettböle. Geta: Hängsträsk, Lillträsk, Östergeta Byträsk, Norsträsk, Norra-Finviken. Jomala: Katthavet. Saltvik: Toböle-träsk, Strömma-Tjänan, Bertby-Tjänan, Bast-Tjänan, Mösjö. Sund: Björby-träsk, Pottin, Träsket. Lemland: Storträsk, Grundfjärden, Storträsk, Maisö-träsk, Nätö, Eskskär, Ärtronklobben, Fjärds-kär, Nyhamnslandet. Lumparland: Västerträsk. Kumlinge: Seglinge Käringträsk, Längsund, Lilla Kvarns-kär. Brändö: Hullberga Notskär, Brändskär, Fiskö-träsk (im Ausfluss), Björnholma, Lappo. Sottunga: Gloskär, Rödgrund. Kökar: Österbygge Högholma, Bergskär.

*A. falcatus* var. *spirilliformis* G. S. West. — Saltvik: Åsgårda-Tjänan.

*Quadrigula lacustris* (Chodat) Smith (s. SMITH 1920, S. 139). — Saltvik: Kvarnbo-träsk.

*Q. Pfützera* (Schröder) Smith (s. SMITH 1920, S. 138). — Saltvik: Långsjö. Sund: Östra-Kyrksundet.

*Coelastrum cambricum* Arch. — In verschiedenartigen Wasseransammlungen. Eckerö: Västra-Insjön, Torp Lassas, Överby Insjön. Hammarland: Trutvikträsk, Långträsk. Geta: Dånö-träsk, Hängsträsk, Munträsk. Saltvik: Åsgårda-Tjänan, Långbergsöda-Tjänan, Syllöda-träsk. Sund: Björby-träsk. Lemland: Grundfjärden, Storträsk, Slätskär, Nyhamnslandet. Brändö: Brändskär.

*C. microporum* Naeg. — In Seen und Tümpeln. Eckerö: Signilskär Enskärsträsk, Västra-Insjön, Stor-Fladan. Hammarland: Långträsk. Finström: Bjärströmsträsk, Vandö Örtäsk, Brandsböle-träsk, Finbacka-träsk, Brännerträsk, Tjudö Storträsk. Geta: Hängsträsk, Hagesörträsk, Lillträsk, Östergeta Byträsk, Höckböle-träsk. Saltvik: Toböle-träsk, Strömma-Tjänan, Åsgårda-Tjänan, Kvarnbo-träsk, Askar-träsk. Sund: Björby-träsk, Pottin, Träsket. Lemland: Storträsk, Nätö Hemviken, Ärtronklobben, Nyhamnslandet. Vårdö: Vargata-träsk. Kumlinge: Seglinge Fjärden, Längsund.

*C. proboscideum* Bohlén. — In Seen und kleineren Gewässern. Eckerö: Torp Lassas. Finström: Brinkträsk, Storträsk. Geta: Gröndalsträsk. Saltvik: Toböle-träsk. Lemland: Eskskär, Nyhamnslandet. Vårdö: Norr-Granö. Kumlinge: Lilla Kvarnskär.

\* *C. scabrum* Reinsch. — Wassertümpel. Eckerö: Signilskär Kaparskär.

\* *Sorastrum americanum* (Bohlén) Schmidle. — In Seen und Tümpeln sowie in Sümpfen. Eckerö: Signilskär Enskärsträsk, Örfjärden, Överby Insjön. Hammarland: Lillfjärden, Trutvikträsk, Västmyra-träsk. Finström: Storträsk. Geta: Lillträsk, Östergeta Byträsk, Munträsk. Jo-

m a l a: Kungsö-fjärden. S a l t v i k: Åsgårda-träsk, Långsjö, Kvarnbo-träsk, Borgboda-träsk. L e m l a n d: Stortvikträsk, Slätskär, Nyhamnslandet. K u m l i n g e: im Tümpel an der Dampferbrücke. B r ä n d ö: Brändskär, Lappo.

### Ulothricales.

*Enteromorpha clathrata* (Roth) Greville. — F i n s t r ö m: Skabbö Holmträsk (brackisches Wasser).

*Ulothrix aequalis* Kütz. — Graben. S u n d: Bomarsund.

*U. zonata* Kütz. — S u n d: Östra-Kyrksundet.

*Binuclearia tatrana* Wittr. — Charakteristisch für humussaure Gewässer. E c k e r ö: Signilskär Heligman. G e t a: Dånö-träsk, Svartträsk. S a l t v i k: Bertby-Tjänan, Felsen an Långbergsöda-vik. K u m l i n g e: Enskär. B r ä n d ö: Hullberga Notskär, Koskenpää Söderholm. S o t t u n g a: Rödgrund. K ö k a r: Karlö.

*Stigeoclonium tenue* Kütz. — F i n s t r ö m: Im Bach zwischen Tjudö Svartträsk und Storträsk.

*Draparnaldia plumosa* (Vauch.) Ag. — E c k e r ö: Torp Lassas. G e t a: Lillträsk, Häggviken. S a l t v i k: Kvarnbo-ström. S u n d: Gästerby-Tjänan. L e m l a n d: Lillbolstad, Ärtronklobben.

*Chaetophora elegans* (Roth) Ag. — S u n d: Wasseransammlung unterhalb der Felswand am E-Ufer von Gästerby-Tjänan. B r ä n d ö: Hullberga Notskär (Graben).

*Ch. incrassata* (Hudson) Hazen. — In Potamogeton-Seen an höheren Wasserpflanzen. F i n s t r ö m: Prästträsk, Långsjö, Godby-träsk. G e t a: Östergeta Byträsk, Norträsk, Bolstaholmsträsk, Höckböle-träsk. J o m a l a: Kattahavet. S a l t v i k: Dalträsk, Toböle-träsk, Strömma-Tjänan, Mösjö. S u n d: Östra-Kyrksundet, Tranvikträsk. L u m p a r l a n d: Västerträsk. V å r d ö: Vargata-träsk.

\* *Aphanochaete repens* A. Br. — Epiphytisch an Fadenalgen. F i n s t r ö m: Vandö Örtträsk. G e t a: Hängsträsk, Lillträsk, Östergeta Byträsk, Norra-Finviken. J o m a l a: Degerbergsfjärden. S a l t v i k: Bertby-Tjänan, Kvarnbo-träsk, Kolmila-träsk. L e m l a n d: Stortvikträsk, Nätö Hemviken.

*Coleochaete divergens* Pringsh. — An höheren Wasserpflanzen in den Seen. G e t a: Timmerträsk, Östergeta Långträsk, Höckböle-träsk. S a l t v i k: Toböle-träsk, Åsgårda-träsk, Bertby-Tjänan, Kvarnbo-träsk, Kvarnsjö, Mora-träsk. S u n d: Gästerby-Tjänan, Sibby Storträsk, Pottin. L u m p a r l a n d: Västerträsk.

\* *C. Nitellarum* Jost. — In *Nitella flexilis*. S a l t v i k: Norträsk, Lavsböle-träsk.

\* *C. orbicularis* Pringsh. — An höheren Wasserpflanzen in stehenden Gewässern. G e t a: Östergeta Byträsk, Norra-Finviken, Bolstaholmsträsk. S a l t v i k: Toböle-träsk. K u m l i n g e: Lilla Kvarnskär.

\* *C. pulvinata* A. Br. — An höheren Wasserpflanzen in Seen. F i n s t r ö m: Bjärströmsträsk. S a l t v i k: Kvarnbo-träsk.

*C. scutata* Bréb. — An höheren Wasserpflanzen in Seen. G e t a: Gröndals-träsk. S a l t v i k: Kvarnbo-träsk. S u n d: Pottin.



## Microsporales.

*Microspora amoena* (Kütz.) Rabenh. — In stehenden und fliessenden Gewässern. Finström: Im Bach zwischen Tjudö Svartträsk und Storträsk. Saltvik: Kvarnbo-ström, Kolmila-träsk, Sonröda-träsk. Vårdö: Klubben.

*M. pachyderma* (Wille) Lagerh. — In verschiedenartigen stehenden Gewässern. Finström: Koträsk, Emnäs. Saltvik: Sonröda-träsk. Sund: Gästerby-Tjänan. Lemland: Lågskär Storlandet. Brändö: Fiskö.

## Oedogoniales.

*Oedogonium Boscii* (Le Cl.) Wittr. — Finström: Godby (nach HIRN 1895). Vårdö: Klubben.

*O. Braunii* Kütz. — Finström: Emkarby, Godby (nach HIRN 1895). Saltvik: Rangsby.

*O. cardiacum* (Hass.) Wittr. — Finström: Godby (nach HIRN 1895). Brändö: Kyrklandet.

\* *O. Cleveanum* Wittr. — Lemland: Der Tümpel auf Eskskär.

*O. crispum* (Hass.) Wittr. — Eckerö: Marby (nach HIRN 1895). Finström: Emnäs, Stallhagsträsk. Geta: Norra-Finviken. Saltvik: Långsjö, Kvarnbo-träsk, Kolmila-träsk. Sund: Kvärsjö, in Graben N von Östra-Kyrksundet, Högbolstad-träsk? (unreife Oogonien). Lemland: Storvikträsk, Gloet. Kumlinge: Visingshemman (nach HIRN 1895). Brändö: Västerhamnen (nach HIRN 1895).

*O. crispum f. vernale* (Hass.; Wittr.) Hirn. — Finström: Godby (nach HIRN 1900).

*O. curvum* Wittr. & Lund. — Finström: Godby (nach HIRN 1895).

*O. cymatosporum* Wittr. & Nordst. — Sund: Sibby Lillträsk. Sotunga: Rödgrund. In HIRN 1900 für Åland angegeben ohne nähere Lokalangabe.

*O. echinospermum* A. Br. — Finström: Godby (HIRN 1895). Jomala: Degerbergsfjärden (nur einzelne fertile Fäden, deshalb die Bestimmung etwas unsicher).

*O. flavescens* (Hass.) Wittr. — Lemland: Nåtö.

*O. fragile* Wittr. — Finström: Godby (»in stagno ad pagum«, HIRN 1900).

*O. Hystrix* Wittr. — Finström: Godby (HIRN 1895).

*O. inclusum* Hirn. — Sund: Kastelholm Kvarnberget (HIRN 1895).

*O. inconspicuum* Hirn. — Von Åland ohne nähere Lokalangabe (HIRN 1895).

*O. intermedium* Wittr. — Geta: Hängsträsk.

*O. Landsboroughii* (Hass.) Wittr. — Geta: Södra-Finviken. Finström: Stallhagsträsk (die männlichen Fäden cirka 25  $\mu$  und die weiblichen 28  $\mu$ ), Godby (»in lacu minore in pago Godby par. Finström«, HIRN 1900). Jomala: Degerbergsfjärden.

*O. lautumnianum* Wittr. — Eckerö: Storby (HIRN 1895).

*O. lundense* Wittr. — Finström: Godby (HIRN 1895).

*O. macrandrium* Wittr. — Finström: Godby (HIRN 1895).

*O. Magnusii* Wittr. — Von Åland ohne nähere Lokalangabe in HIRN 1895.

\* *O. mammiiferum* Wittr. — Saltvik: Bredholm.

*O. minus* Wittr. — Brändö: Åva (HIRN 1895).

*O. miratum* Hirn. — Vårdö: Ledsöra (HIRN 1895).

*O. nodulosum* Wittr. — Lemland: Nätö.

*O. nodulosum* var. *commune* Hirn. — Geta: Timmerträsk.

*O. Pringsheimii* Cram. β *Nordstedtii* Wittr. — Eckerö: Storby (HIRN 1900).

*O. Richterianum* Lemmerm. — Finström: Godby (HIRN 1900):

*O. rufescens* Wittr. — Brändö: Fiskö-träsk (im Ausfluss).

*O. rufescens* \* *Lundellii* (Wittr.) Hirn. — Finström: Godby (HIRN 1900). Geta: Skatan (HIRN 1900).

\* *O. sociale* Wittr. — Kumlinge: Lilla Kvarnskär.

*O. sphaerandrium* Wittr. et Lund. — Vårdö: Vargata (HIRN 1900).

*O. sueticum* Wittr. — Sund: Gästerby-Tjänan, Sibby Lillträsk. Vårdö: Simskåla und Vaderskär (nach dem Original »Svinskåla») (HIRN 1895). Brändö: Fiskö-träsk (Ausfluss).

*O. undulatum* (Bréb.) A. Br. — Von mir nur als steril angetroffen. Eckerö: Holmträsk. Geta: Lillträsk, Östergeta Byträsk. Saltvik: Åsgårda-Tjänan, Långbergsöda-Tjänan, Långsjö, Kolmila-träsk. Sund: Gästerby-Tjänan, Högbolstad-träsk. Lemland: Storvikträsk. Sottunga: Rödgrund. Von Åland ohne nähere Lokalangabe in HIRN 1895.

*O. Vaucherii* (Le Cl.) A. Br. — Finström: Godby (HIRN 1895).

*Bulbochaete borealis* Wittr. — Sund: Gästerby-Tjänan.

*B. Brebissonii* Kütz. — Sund: Gästerby-Tjänan.

*B. crassiuscula* Nordst. — Lemland: Storvikträsk.

\* *B. dispar* Wittr. — Sund: Borgsjö. Lemland: Storvikträsk. Lumparland: Västerträsk.

*B. insignis* Pringsh. — Geta: Dånö-träsk. Sund: Östra-Kyrksundet.

*B. intermedia* De Bary. — Eckerö: Stor-Fladan. Geta: Bolstaholm (HIRN 1895). Saltvik: Kolmila-träsk. Brändö: Träskholmen (HIRN 1895).

\* *B. minor* A. Br. — Finström: Prästräsk. Saltvik: Strömma-träsk, Kolmila-träsk. Sund: Östra-Kyrksundet. Lemland: Storvikträsk.

*B. mirabilis* Wittr. — Geta: Bolstaholmsträsk. Jomala: Dalkarby-träsk. Saltvik: Dalträsk, Strömma-Tjänan. Sund: Kvärsjö, Sibby Lillträsk, Högbolstad-träsk.

*B. nana* Wittr. — Epiphyt an einer grösseren *Bulbochaete*-Art sowie an *Oedogonium* und *Hapalosiphon*. Geta: Hängsträsk. Saltvik: Kvarnbo-träsk.

*B. Nordstedtii* Wittr. — Saltvik: Långsjö.

*B. polyandria* Cleve. — Saltvik: Åsgårda-träsk. Sund: Östra-Kyrksundet. Vårdö: Klubben.

*B. pygmaea* Pringsh. — Saltvik: Bertby-Tjänan.

*B. rectangularis* Wittr. — Finström: Godby (HIRN 1895). Geta: Dånö-träsk. Saltvik: Toböle-träsk. Sund: Högbolstad-träsk. Lemland: Nätö Hemviken. Kumlinge: Seglinge Karingträsk. Brändö: Fiskö-träsk (Ausfluss).

*B. setigera* (Roth) Ag. — G e t a: Bolstaholm (HIRN 1895).

*B. subintermedia* Elfv. — S a l t v i k: Långbergsöda-Tjänan.

*B. tenuis* (Wittr.) Hirn var. *norvegica* (Wittr.) Hirn. — S u n d: Gåsterby-Tjänan.

*B. varians* Wittr. — G e t a: Norstråsk.

### Siphonocladiales.

*Rhizoclonium hieroglyphicum* (Ag.) Kütz. — S u n d: Östra-Kyrksundet. L e m l a n d: Fjärdskär. B r ä n d ö: Labbholm.

*Cladophora crispata* (Roth) Kütz. ampl. Brand. — V å r d ö: Vargata-tråsk.

*Cl. fracta* Kütz. ampl. Brand. — Charakteristisch für Potamogeton-Seen. E c k e r ö: Signilskär Kaparskär. H a m m a r l a n d: Lervik (innere Meeresbucht), Västerby-tråsk, Trutviktråsk, Persångstråsk, Djäkenböle-tråsk. F i n s t r ö m: Skabbö Holmtråsk, Bjärströmstråsk, Vandö Örråsk, Prästråsk, Finbacka-tråsk, Bränneritråsk, Näsångstråsk, Godby-tråsk. G e t a: Östergeta Bytråsk, Norstråsk, Norra-Finviken, Höckböle-tråsk. J o m a l a: Katthavet. S a l t v i k: Toböle-tråsk, Mösjö. S u n d: Tråsket, Tranviktråsk. L e m l a n d: Nätö Hemviken. V å r d ö: Vargata-tråsk. B r ä n d ö: Labbholm (innere Meeresbucht). K ö k a r: Karlby Oppsjön.

*Aegagropila Martensii* Kütz. — F i n s t r ö m: Finbacka-tråsk, Slussfjärden. G e t a: Östergeta Bytråsk. S u n d: Björby-tråsk, Borgsjö, Västra-Kyrksundet, Östra-Kyrksundet, Tråsket. L e m l a n d: Nätö Hemviken. K u m l i n g e: Seglinge Kåringtråsk, Långsund. B r ä n d ö: Fiskö-tråsk. K ö k a r: Karlby Oppsjön.

### Siphonales.

*Vaucheria aversa* Hass. — F i n s t r ö m: Godby (HIRN 1900 b).

*V. clavata* (Vauch.) DC. — F i n s t r ö m: Godby (HIRN 1900 b).

*V. geminata* (Vauch.) DC. — S a l t v i k: Bertby (HIRN 1900 b).

*V. sessilis* (Vauch.) DC. — F i n s t r ö m: Godby (HIRN 1900 b). J o m a l a: Möckelö (HIRN 1900 b). S a l t v i k: Sonröda (HIRN 1900 b).

*V. uncinata* Kütz. — H a m m a r l a n d (HIRN 1900 b). F i n s t r ö m: Godby (HIRN 1900 b), zwischen Väståntråsk und Bartsgårda (nach der Angabe in Geta) (HIRN 1900 b). J o m a l a: Möckelö (HIRN 1900 b). S a l t v i k: Haraldsby (HIRN 1900 b), am Wege zwischen Långbergsöda und Syllöda (HIRN 1900 b). S u n d: Kastelholm (HIRN 1900 b).

### Heterokontae.

*Botryococcus Braunii* Kütz. — Sehr allgemein in verschiedenartigen Gewässern. E c k e r ö: Signilskär Hauptinsel sowie Heligman und Enskårstråsk, Västra-Insjön, Örfjärden, Storby, Torp Lassas, Lill-Fladan, Överby Insjön. H a m m a r l a n d: Persångstråsk, Djäkenböle-tråsk, Långtråsk. F i n

ström: Kotrask, Stortrask, Vandö Ötrask, Finbacka-trask, Stallhagstrask, Ämnäs, Mötrask, Tjudö Svarttrask und Stortrask sowie im Bach zwischen diesen Seen. Geta: Dånö-trask, Hängstrask, Bråtrask, Ruddammen, Timmertrask, Östergeta Bytrask, Norstrask, Häggviken, Norra-Finviken, Bolstaholms-trask, Höckböle-trask, Muntrask. Jomala: Södersunda, Degerbergsfjärden, Katthavet. Saltvik: Glosholmstrask, Toböle-trask, Strömma-trask, Strömma-Tjänan, Bertby-Tjänan, Långbergsöda, Långbergsöda-Tjänan, Långsjö, Lavsböle-trask, Kvarnbo-trask, Kvarnsjö, Mora-trask, Kolmila-trask, Syllöda-trask, Askar-trask, Mösjö, Sonröda-trask, Borgboda-trask. Sund: Gåsterby-Tjänan, Björby-trask, Kvärsjö, Sibby Lilltrask, Pottin, Västra-Kyrksundet, Östra-Kyrksundet, Högbolstad-trask. Lemland: Norrby, Störvik-trask, Marsö-trask, Herröskatan, Nätö Hemviken, Getskär, Årtronklobben, Ärtskär, Björkö, Fjärdskär, Lågsjär Storlandet. Vårdö: Norr-Granö. Kumlinge: Seglinge Käringtrask, Kumlinge, Lilla Kvarnsjär. Brändö: Brändskär, Björnholma, Lappo, Korsö. Sottunga: Gloskär, Rödgrund. Kökar: Karlby Oppsjön, Österbygge Högholma, Bergskär.

*Tribonema minus* G. S. West. — Finström: Godby-trask, in Tümpel N von Pettböle. Geta: Östergeta (Graben).

*Tr. viride* Pascher. — In Gräben und Tümpeln. Finström: Emkarby. Geta: Östergeta. Lemland: Nätö. Brändö: Lappo.

*Botrydium granulatum* Grev. — Saltvik: Toböle-trask.

## Charophyta.

*Nitella flexilis* Ag. — Geta: Östergeta Bytrask. Saltvik: Norrtrask, Toböle-trask, Lavsböle-trask. Sund: Västra-Kyrksundet.

*Chara aspera* Willd. — In jüngeren Potamogeton-Seen. Eckerö: Örfjärden, Stor-Fladan, Böle-trask (V. Korvenkontio in H. M. F.), Överby Insjön, Marby Inre-Trasket. Hammarland: Lillfjärden, Trutviktrask, Långtrask. Finström: Skabbö Holmtrask, Bjärströmstrask, Långsjö, Kvarntrask. Geta: Höckböle-trask. Jomala: Kungsö-fjärden. Saltvik: Toböle-trask, Strömma-Tjänan. Sund: Västra-Kyrksundet. Vårdö: Vargata-trask.

*Ch. baltica* Fr. — Finström: Skabbö Holmtrask.

*Ch. fragilis* Desv. — Allgemein verbreitet in den Potamogeton-Seen. Eckerö: Örfjärden, Torp Lassas, Lill-Fladan, Böle-trask (V. Korvenkontio in H. M. F.), Överby Insjön. Hammarland: Lillfjärden, Trutviktrask, Persängstrask, Västmyra-trask, Djäkenböle-trask. Finström: Bjärströmstrask, Brinktrask, Stortrask, Prästrask, Långsjö, Finbacka-trask, Slussfjärden, Pettböle Lilltrask, Tjudö Svarttrask. Geta: Dånö-trask, Timmertrask, Norstrask (R. Collander in H. M. F.), Höckböle-trask. Jomala: Degerbergsfjärden, Kungsö-fjärden, Katthavet. Saltvik: Dalstrask, Toböle-trask, Strömma-Tjänan, Långbergsöda-Tjänan, Lavsböle-trask, Kvarnbo-trask, Mora-trask. Sund: Björby (R. Collander in H. M. F.), Kvärsjö, Borgsjö, Sibby Stortrask, Pottin, Vivasteby-trask, Högbolstad-trask. Lemland: Norrby, Störviktrask, Flaka Grundfjärden, Marsö-trask, Nätskärstrask, Herröskatan, Nätö Hemviken, Björkö. Lumparland: Västertrask.



*Ch. fragilis* var. *delicatula* (Ag.) A. Br. — Eckerö: Holmträsk. Hammarland: Djäkenböle-träsk. Finström: Kvarträsk. Geta: Dånö-träsk.

*Ch. intermedia* A. Br. — In Potamogeton-Seen. Eckerö: Örfjärden, Böle-träsk (V. Korvenkontio in H. M. F.). Finström: Kotträsk. Geta: Häggviken, Södra-Finviken. Jomala: Kungsö Katthavet (V. Korvenkontio in H. M. F.).

*Ch. tomentosa* L. — Auf Åland wie in Finnland überhaupt eine Meeresalge. Sie kommt aber in inneren Meeresbuchten, die vom Meere fast vollständig abgeschnürt sind, vor (Böle-träsk, Holmträsk und Hemviken sowie der See auf Gloholm (süßes Wasser?) und nach Angabe in Herb. Mus. Fenn. auch in einem Potamogeton-See (Katthavet) (s. oben S. 46). Eckerö: Böle-träsk (V. Korvenkontio in H. M. F.). Finström: Skabbö Holmträsk. Jomala: Kungsö Katthavet (V. Korvenkontio in H. M. F.). Lemland: Nätö Hemviken. Kumlinge: Gloholm.

## Conjugatae.

### Zygnemaceae.

*Mougeotia capucina* (Bory) Ag. — Geta: Bråträsk.

*M. genuflexa* (Dillw.) Ag. — Wasseransammlung. Lemland: Nätö.

*M. lactevirens* (A. Br.) Wittr. — Hammarland: Djäkenböle-träsk. Geta: Östergeta Byträsk. Saltvik: Borgboda-träsk. Sund: Im Graben N von Östra-Kyrksundet, Vivasteby-träsk, Övre-Viken. Kumlinge: Långsund (vegetative Zellen nur 23—26  $\mu$  breit).

*M. nummuloides* (Hass.) de Toni. — Feuchter Felsen. Finström: Ämnäs Skvatterberget.

*M. robusta* (de Bary) Wittr. — Finström: Bjärströmsträsk. Saltvik: Rangsby (Graben). Brändö: Lappo (Graben).

*Spirogyra bellis* (Hass.) Cleve. — Geta: Norra-Finviken. Saltvik: Kolmila-träsk.

*Sp. fluviatilis* Hilse? — Hammarland: Persängsträsk (unreife Zygoten). Kumlinge: Seglinge Kåringträsk (steril).

*Sp. gracilis* (Kütz.) Czurda. — Finström: Bjärströmsträsk (veg. Zellen 22  $\mu$  br., Zygoten 24—28  $\mu$  br.). — Jomala: Katthavet. Sottunga: Rödgrund (Tümpel).

*Sp. Grevilleana* (Hass.) Czurda. — In Gräben und Wassertümpeln. Geta: Östergeta. Jomala: Sviby. Lemland: Lillbolstad. Vårdö: Klubben.

*Sp. Hassallii* (Jenn.) Petit. — Saltvik: Toböle-träsk.

*Sp. kuusamoënsis* Hirn. — Laterale und scaliforme Kopulation. Brändö: Fiskö-träsk.

\* *Sp. Lagerheimii* Wittr. — Graben. Lemland: Lillbolstad.

*Sp. longata* (Vauch.) Czurda. — Lemland: Im Tümpel auf Ärtronklobben.

*Sp. majuscula* (Kütz.) Czurda emend. — In Tümpeln. Eckerö: Torp Lassas. Lemland: Ärtronklobben, Fjärdskär.

*Sp. mirabilis* (Hass.) Kütz. — Finström: Bjärströmsträsk.

*Sp. Nägelii* Kütz. — Geta: Norsträsk.

*Sp. scrobiculata* (Stockmayer) Czurda. — Lemland: Im Tümpel auf Ärt-tronklobben. Brändö: Lappo (Graben).

*Sp. Spreetiana* Rabenh. — In Seen, Tümpeln und Gräben. Finström: Bjärströmsträsk, Emkarby. Jomala: Katthavet. Saltvik: Långsjö. Lemland: Nätö. Brändö: Fiskö-träsk (Ausfluss), Lappo.

*Sp. varians* (Kütz.) Czurda? (unreife Zygoten). — Geta: Höckböle-träsk.

*Sp. Weberi* (Kütz.) Czurda. — Gräben. Saltvik: Rangsby. Brändö: Lappo.

*Sp. Willei* Skuja. — Tümpel. Finström: Emkarby.

### Desmidiaceae.

*Gonatozygon Brebissonii* De Bary. — Geta: Timmerträsk. Brändö: Fiskö-träsk (Ausfluss).

*G. Kinahanii* (Arch.) Rabenh. — Saltvik: Toböle-träsk. Sund: Gästerby-Tjänan, Västra-Kyrksundet. Lemland: Ärttronklobben. Brändö: Fiskö-träsk.

*G. monotaenium* De Bary. — Eckerö: Storby (Sumpf). Finström: Vandö Örtträsk. Geta: Östergeta Byträsk, Munträsk. Saltvik: Lavsböle-träsk. Brändö: Fiskö-träsk (Ausfluss).

*G. monotaenium* var. *pilosellum* Nordst. — Geta: Lillträsk. Sund: Björby-träsk.

*Genicularia spirotaenia* De Bary. — Saltvik: Lavsböle-träsk.

*Spirotaenia condensata* Bréb. — Sumpf. Lemland: Björkö.

*Cylindrocystis Brebissonii* Menegh. — An sehr verschiedenartigen Standorten (an den sumpfigen Ufern der Seen, an feuchten Felsen etc.). — Geta: Lillträsk. Saltvik: Långbergsöda. Sund: Gästerby-Tjänan. Lemland: Gloet. Brändö: Koskenpää die Hauptinsel und Söderholm.

*C. crassa* De Bary. — Geta: Bråkräsk.

*Netrium Digitus* (Ehrenb.) Itzigs. & Rothe. — In verschiedenartigen Gewässern, aber besonders allgemein in Weissmooren. — Eckerö: Signilskär Hauptinsel und Enskär, Storby, Torp Lassas, Överby Insjön, Marby, Björnhuvud. Finström: Finbacka-träsk, Ämnäs, Pettböle. Geta: Rankoskär, Dånö-träsk, Isaksö-träsk, Hängsträsk, Bråkräsk, Hagesörträsk, Svartträsk, Timmerträsk, Lillträsk, Häggviken, Norra-Finviken. Jomala: Södersunda, Katthavet. Saltvik: Glosholmsträsk, Toböle-träsk, Strömma-Tjänan, Åsgårda-Tjänan, Bertby-Tjänan, Långbergsöda, Långbergsöda-Tjänan, Långsjö, Lavsböle-träsk, Bast-Tjänan, Kvarnsjö, Kolmila-träsk, Askar-träsk. Sund: Gästerby-Tjänan, Strömbolstad, Pottin, Hulta, Högbolstad-träsk. Lemland: Storvikträsk, Storträsk, Ärttronklobben, Ärtskär, Björkö, Nyhamnslandet. Lumparland: Västerträsk. Kumlinge: Seglinge Käringträsk, die Hauptinsel. Brändö: Brändskär, Granö, Lappo. Kökar: Österbygge Högholma.

*N. Digitus* var. *constrictum* West. — Geta: Dånö-träsk. Sund: Gästerby-Tjänan.

*N. interruptum* (Bréb.) Lütkem. — Sümpfe. Geta: Timmerträsk, Lillträsk. Sund: Hulta. Lemland: Björkö. Kumlinge: Seglinge Käringsträsk, Kumlinge Långsund.

*N. Nägelii* (Bréb.) West & G. S. West. — Saltvik: Kvarnbo-träsk.

*N. oblongum* (De Bary) Lütkem. — Moore. Geta: Lillträsk. Saltvik: Långbergsöda-Tjänan. Sund: Gästerby-Tjänan.

*Penium Cylindrus* (Ehrenb.) Bréb. — Eckerö: Signilskär Heligman. Geta: Lillträsk. Kökar: Karlö.

*Penium exiguum* West. — Eckerö: Kirchdorf. Geta: Timmerträsk. Saltvik: Glosholmsträsk, Bertby-Tjänan. Lemland: Ärtskär.

*P. exiguum* f. *major* West & G. S. West. — Felsentümpel unter *Sphagnum*. Vårdö: Bergöholm.

*P. margaritaceum* (Ehrenb.) Bréb. — Geta: Löknäspöten, Lillträsk. Saltvik: Glosholmsträsk, Åsgårda-träsk. Lemland: Björkö.

*P. polymorphum* Perty. — Sümpfe. Geta: Hängsträsk. Saltvik: Bertby-Tjänan. Sund: Gästerby-Tjänan. Lemland: Gloet.

*P. rufescens* Cleve. — Wasseransammlung. Finström: Pettböle.

*P. spirostriolatum* Barker. — Eckerö: Signilskär. Finström: Pettböle. Geta: Timmerträsk. Kumlinge: Enskär. Brändö: Brändskär, Fiskö-träsk (Ausfluss).

*Closterium abruptum* West. — Felsentümpel. Lemland: Fjärdskär.

*Cl. acerosum* (Schränk) Ehrenb. — Lemland: Nätö Hemviken.

\* *Cl. aciculare* Tuffen West. — Saltvik: Toböle-träsk.

*Cl. acutum* (Lyngb.) Bréb. — Lemland: Nätö Hemviken? (nur 108  $\mu$  l.). Brändö: Fiskö-träsk (Ausfluss).

*Cl. angustatum* Kütz. — *Sphagnum*-Moore. Eckerö: Storby. Geta: Timmerträsk. Sund: Hulta.

*Cl. Archerianum* Cleve. — An den sumpfigen Ufern der Seen und Tümpeln. Geta: Hängsträsk. Saltvik: Glosholmsträsk, Bertby-Tjänan. Långbergsöda-Tjänan. Sund: Gästerby-Tjänan, Pottin. Brändö: Brändskär, Lappo.

*Cl. attenuatum* Ehrenb. — Sümpfe. Eckerö: Signilskär Enskärsträsk, Storby, Holmträsk, Kirchdorf. Saltvik: Strömna-Tjänan, Kvarnbo-träsk, Kolmila-träsk. Lemland: Slätskär, Björkö, Nyhamnslandet. Kumlinge: Seglinge Käringsträsk. Brändö: Brändskär.

*Cl. Baillyanum* Bréb. (nach GRÖNBLAD 1919). — Sümpfe. Eckerö: Storby, Kirchdorf. Finström: Pettböle. Geta: Hängsträsk, Bråkräsk, Hagesörträsk, Löknäspöten, Timmerträsk, Lillträsk. Saltvik: Glosholmsträsk, Strömna-Tjänan, Åsgårda-Tjänan, Bertby-Tjänan, Långbergsöda, Långbergsöda-Tjänan, Lavsböle-träsk. Sund: Strömbolstad, Hulta. Lemland: Björkö, Nyhamnslandet. Brändö: Lappo.

*Cl. Cornu* Ehrenb. — Sumpf. Geta: Timmerträsk. Saltvik: Glosholmsträsk, Bertby-Tjänan.

*Cl. costatum* Corda. — An den sumpfigen Ufern der Seen und in verschiedenartigen kleineren Gewässern. Eckerö: Signilskär Heligman und im See auf Enskär, Holmträsk. Geta: Hängsträsk, Lillträsk. Saltvik: Glosholmsträsk, Strömna-Tjänan, Bertby-Tjänan. Sund: Gästerby-Tjänan, Helsingkrok. Lemland: Ärtronklobben. Lumpharland: Klemetsby. Kum-

linge: Seglinge Tümpel in der Nähe des östlichen Hafens. Brändö: Lappo.

*Closterium Cynthia* De Not. — In verschiedenartigen Gewässern. Eckerö: Signilskär Heligman. Geta: Hängsträsk. Saltvik: Askar-träsk. Sund: Hulta. Lemland: Norrby. Brändö: Fiskö-träsk (Ausfluss), Lappo. Sottunga: Drakö. Kökar: Bergskär.

*Cl. Dianae* Ehrenb. — Sümpfe. Eckerö: Signilskär, Östra-Insjön, Örfjärden, Storby. Finström: Ämnäs. Geta: Rankoskär, Löknäspotten, Lillträsk. Saltvik: Strömma-Tjänan, Åsgårda-Tjänan, Kolmila-träsk. Sund: Hulta. Lemland: Nyhamnslandet.

*Cl. didymotocum* Ralfs (nach GRÖNBLAD 1919). — Sümpfe. Eckerö: Signilskär. Finström: Pettböle. Saltvik: Åsgårda-Tjänan, Kolmila-träsk. Sund: Pottin.

*Cl. Ehrenbergii* Menegh. — Saltvik: Kvarnbo-träsk.

*Cl. gracile* Bréb. — Nahrungsreichere Sümpfe. Eckerö: Storby, Holmträsk. Saltvik: Lavsböle-träsk. Sund: Hulta. Brändö: Björnholma, Lappo.

*Cl. gracile* var. *elongatum* W. & G. S. West. — Lemland: Björkö (Sumpf). Kumlinge: Der See auf Gloholm.

*Cl. gracile* var. *tenue* (Lemm.) West u. G. S. West. — Geta: Hagesör-träsk.

*Cl. incurvum* Bréb. — Eckerö: Torp Lassas. Geta: Lillträsk. Saltvik: Ekholm, Långbergsöda-Tjänan. Kumlinge: Seglinge Käringträsk.

\* *Cl. infractum* Messik. (s. MESSIKOMMER 1929). — Sumpf. Eckerö: Kirchdorf.

*Cl. intermedium* Ralfs. — Sümpfe. Eckerö: Storby. Geta: Hagesör-träsk, Timmerträsk. Saltvik: Glosholmsträsk, Bertby-Tjänan, Långbergsöda, Kolmila-träsk. Sund: Gästerby-Tjänan. Lemland: Björkö. Brändö: Brändskär.

*Cl. intermedium* var. *hibernicum* West. — Sümpfe. Eckerö: Storby. Sund: Hulta.

*Cl. Jenneri* Ralfs. — Eckerö: Storby (Sumpf). Geta: Munträsk.

*Cl. juncidum* Ralfs. — Sümpfe. Eckerö: Storby. Geta: Rankoskär, Hängsträsk, Bräkräsk, Timmerträsk. Saltvik: Bertby-Tjänan. Sund: Gästerby-Tjänan. Lumparland: Klemetsby. Brändö: Brändskär.

*Cl. Kützingii* Bréb. — In Seen und Sümpfen. Eckerö: Holmträsk, im Graben zwischen den Seen Stor- und Lill-Fladan, Björnhuvud. Hammarland: Lillfjärden, Persängsträsk. Finström: Möträsk. Geta: Östergeta Byträsk. Jomala: Degerbergsfjärden. Lemland: Ärtronklobben. Brändö: Fiskö-träsk (Ausfluss). Sottunga: Gloskär.

*Cl. Leibleinii* Kütz. — Charakteristisch für alkalische Gewässer. Hammarland: Lervik. Finström: Skabbö Holmträsk, Emkarby, im Bach zwischen Tjudö Svartträsk und Storträsk. Geta: Ruddammen. Saltvik: Kvarnbo-ström. Brändö: Labbholm. Kökar: Karlby Oppsjön.

*Cl. Libellula* Focke. — In verschiedenartigen Gewässern. Eckerö: Marby Träsket. Finström: Pettböle. Geta: Hängsträsk, Bräkräsk, Löknäspotten, Timmerträsk. Saltvik: Bertby-Tjänan, Långbergsöda, Kvarnsjö, im Ausflussbach des Kvarnsjö. Sund: Hulta. Lemland: Nyhamnslandet. Kumlinge: Seglinge, Kumlinge. Föglö: Bänö.

*Cl. Libellula* var. *intermedium* Roy & Biss. — Sümpfe. Eckerö: Storby.



Geta: Timmerträsk. Saltvik: Toböle-träsk, Långbergsöda-Tjänan. Brändö: Brändskär.

*Cl. lineatum* Ehrenb. — Sümpfe. Eckerö: Signilskär, Storby. Finström: Ämnäs. Geta: Timmerträsk, Lillträsk. Saltvik: Strömma-Tjänan, Åsgårda-Tjänan, Kolmila-träsk. Sund: Hulta. Lemland: Björkö. Kumlinge: Kumlinge.

*Cl. Lunula* (Müll.) Nitsch. — In verschiedenartigen Gewässern. Eckerö: Signilskär, Torp Lassas, im Felsentümpel am E-Ufer von Stor-Fladan, Marby Träsket. Finström: Finbacka-träsk. Geta: Rankoskär. Hängsträsk, Timmerträsk, Munträsk. Saltvik: Strömma-Tjänan, Kvarnbo, Kvarnbo-träsk. Sund: Pottin, Hulta. Lemland: Björkö, Nyhamnslandet. Lumparland: Klemetsby. Kumlinge: Seglinge Tümpel in der Nähe des östlichen Hafens.

*Cl. Malinvernianum* De Not. — Eckerö: Im Graben zwischen den Seen Stor- und Lill-Fladan. Sund: Pottin.

*Cl. moniliferum* (Bory) Ehrenb. — Charakteristisch für alkalische Gewässer. Eckerö: Kirchdorf. Hammarland: Persängsträsk. Finström: Skabbö Holmträsk, Bjärströmsträsk, Grelsby. Geta: Gröndalsträsk, Östergeta Byträsk, Norsträsk, Höckböle-träsk. Jomala: Degerbergsfjärden, Katt-havet. Saltvik: Toböle-träsk, Åsgårda-Tjänan, Kolmila-träsk, Mösjö, Son-röda-träsk. Sund: Västra-Kyrksundet, Träsket. Lemland: Storvikträsk, Herröskatan, Nätö Hemviken, Ärtronklobben, Kobbaklintar. Vårdö: Vargata-träsk.

*Cl. Navicula* (Bréb.) Lütkem. — Saltvik: Glosholmsträsk, Långbergsöda-Tjänan. Sund: Hulta. Brändö: Fiskö-träsk (Ausfluss).

*Cl. parvulum* Näg. — In verschiedenartigen Gewässern. Eckerö: Västra-Insjön, Torp Lassas, Överby Insjön. Hammarland: Lillfjärden, Persängs-träsk. Finström: Skabbö Holmträsk. Geta: Isaksö-träsk, Hängsträsk, Hagesörträsk, Löknäspotten, Fagnästräsk, Timmerträsk, Lillträsk, Östergeta Byträsk, Norra-Finviken, Munträsk. Saltvik: Toböle-träsk, Strömma-Tjänan, Bertby-Tjänan, Långbergsöda, Långbergsöda-Tjänan, Lavsböle-träsk, Kvarnbo-träsk, Bast-Tjänan, Kolmila-träsk. Sund: Gästerby-Tjänan. Lemland: Grundfjärden, Storträsk, Nätö Hemviken, der Tümpel auf Ärtronklobben, Eskskär, Fjärdskär, Nyhamnslandet. Lumparland: Västerträsk, Krogstad. Kumlinge: Seglinge Karingträsk, Kumlinge, Gloholm, Lilla Kvarnskär. Brändö: Brändskär, Fiskö-träsk (Ausfluss), Björnholma, Lappo. Sottunga: Gloskär.

*Cl. parvulum* var. *angustum* West & G. S. West. — Saltvik: Kvarnsjö. Sund: Hulta.

*Cl. praelongum* Bréb. — Geta: Lillträsk.

*Cl. Pritchardianum* Arch. — Saltvik: Bergö, Lavsböle-träsk. Lemland: Nätö Hemviken.

*Cl. Pseudodiana* Roy. — Geta: Timmerträsk. Saltvik: Kolmila-träsk. Sottunga: Rödgrund (Tümpel). Kökar: Österbygge Högholma (Tümpel).

*Cl. pseudolunula* Borge (gute Übereinstimmung mit der Abbildung Pl. 5, Fig. 42 in GRÖNBLAD 1924). — Sumpf. Sund: Hulta.

*Cl. Ralfsii* Bréb. — Sumpf. Eckerö: Signilskär.

*Cl. Ralfsii* var. *hybridum* Rabenh. — In verschiedenartigen Sümpfen und Seen. Geta: Hängsträsk, Timmerträsk, Östergeta Byträsk. Saltvik:

Åsgårda-Tjänan, Långbergsöda, Kolmila-träsk. Sund: Pottin, Västra-Kyrksundet, Hulta. L em l a n d: Störvikträsk.

*Cl. regulare* Bréb. — Saltvik: Åsgårda-Tjänan, Kolmila-träsk. Kumlinge: Långsund. Föglö: Bänö (Felsentümpel).

*Cl. rostratum* Ehrenb. — In verschiedenartigen Gewässern. Eckerö: Im Graben zwischen den Seen Stor- und Lill-Fladan, Kirchdorf, Marby Träsket. Saltvik: Långbergsöda, Kvarnbo-ström, Kolmila-träsk. Sund: Gästerby-Tjänan, Västra-Kyrksundet. Kumlinge: Der See auf Höholm.

*Cl. setaceum* Ehrenb. — In verschiedenartigen Gewässern. Hammarland: Persängsträsk. Finström: Ämnäs. Geta: Hängsträsk, Lillträsk. Saltvik: Strömman-Tjänan. Sund: Hulta. Brändö: Brändskär.

\* *Cl. sigmoideum* Lagerh. & Nordst. — Sümpf. Eckerö: Storby.

*Cl. striolatum* Ehrenb. — In verschiedenartigen Gewässern, sehr allgemein in den *Sphagnum*-reichen Moorgesellschaften. Eckerö: Signilskär Hauptinsel und Heligman, Storby, Torp Lassas, Holmträsk, Kirchdorf, Marby Träsket. Finström: Pettböle. Geta: Hängsträsk, Brästräsk, Hagesörträsk, Timmerträsk, Lillträsk, Norra-Finviken, Munträsk. Saltvik: Toböle-träsk. Åsgårda-Tjänan, Bertby-Tjänan, Långbergsöda, Kvarnbo-träsk, Kolmila-träsk. Sund: Pottin, Strömbolstad, Västra-Kyrksundet, Hulta, Helsingkrok. L em l a n d: Storträsk, Ärtronklobben. L u m p a r l a n d: Klemetsby. Kumlinge: Kumlinge, Enskär. Brändö: Hullberga Notskär, Brändskär, Fiskö-träsk (Ausfluss), Lappo. Sottunga: Mosshaga, Rödgrund. Kökar: Bergskär.

\* *Cl. toxon* West. — Saltvik: Kolmila-träsk.

*Cl. tumidum* Johnson. — Saltvik: Strömman-Tjänan, Bergö (Tümpel). Sund: Gästerby-Tjänan.

*Cl. tumidum* var. *nylandicum* Grönb. (s. GRÖNBLAD 1921). — Sund: Träsket.

*Cl. turgidum* Ehrenb. — Sümpfe. Eckerö: Signilskär, Torp Lassas. Geta: Hängsträsk, Timmerträsk. Saltvik: Strömman-Tjänan. Sund: Hulta, Träsket.

*Cl. Ulna* Focke. — Sümpfe. Finström: Ämnäs. Geta: Brästräsk. Saltvik: Bertby-Tjänan. L em l a n d: Nyhamnslandet. Kökar: Karlö.

*Cl. Venus* Kütz. — In verschiedenartigen Gewässern. Eckerö: Signilskär Heligman. Finström: Skabbö Holmträsk, Pettböle. Geta: Lillträsk. Saltvik: Strömman-Tjänan, Åsgårda-Tjänan, Kvarnbo-träsk, Kvarnbo-ström, Kolmila-träsk. Sund: Sibby Lillträsk, Hulta, Träsket. L em l a n d: Störvikträsk, Ärtronklobben. Kumlinge: Kumlinge. Brändö: Brändskär, Fiskö-träsk, Lappo. Sottunga: Rödgrund. Kökar: Österbygge Högholma.

*Docidium Baculum* Bréb. — Charakteristisch für Weissmoore. Eckerö: Storby. Geta: Timmerträsk, Lillträsk. Saltvik: Glosholmsträsk, Bertby-Tjänan. L em l a n d: Nyhamnslandet. Kumlinge: Seglinge Käringträsk.

*D. undulatum* Bail. var. *dilatatum* (Cleve) W. & G. S. West. — Charakteristisch für Weissmoore. Finström: Pettböle. Geta: Brästräsk, Timmerträsk. Sund: Gästerby-Tjänan, Strömbolstad.

*Pleurotaenium coronatum* (Bréb.) Rabenh. — Eckerö: Torp Lassas. Finström: Ämnäs. Geta: Lillträsk. Saltvik: Strömman-Tjänan. Sund: Gästerby-Tjänan, Hulta. L em l a n d: Nyhamnslandet.

*Pl. Ehrenbergii* (Bréb.) De Bary. — In verschiedenartigen Gewässern. Eckerö: Östra-Insjön, Örfjärden, Storby, Torp Lassas, Kirchdorf. Hammar-

land: Persängsträsk, Västmyra-träsk, Djäkenböle-träsk, Långträsk. Finström: Bjärströmsträsk, Finbacka-träsk, Stallhagsträsk, Möträsk. Geta: Hängsträsk, Hagesörträsk, Löknäspotten, Timmerträsk, Lillträsk, Munträsk. Saltvik: Glosholmsträsk, Toböle-träsk, Strömma-Tjänan, Bertby-Tjänan, Långbergsöda-Tjänan, Lavsböle-träsk, Kvarnbo-träsk, Bast-Tjänan, Kvarnsjö, Kolmila-träsk, Askar-träsk, Mösjö. Sund: Gästerby-Tjänan, Pottin, Västra-Kyrksundet, Hulta. Lemland: Störvikträsk, Grundfjärden, Nätö, Årtronklobben. Lumparland: Västerträsk. Kumlinge: Seglinge Karingträsk. Brändö: Brändskär, Lappo. Sottunga: Gloskär. Kökar: Bergskär.

\* *Pl. maximum* (Reinsch) Lund. — Saltvik: Kvarnbo-träsk.

*Pl. minutum* (Ralfs) Delp. — Charakteristisch für *Sphagnum*-Moore. Eckerö: Kirchdorf, Marby. Finström: Pettböle. Geta: Dånö-träsk, Bräkträsk, Löknäspotten, Timmerträsk, Lillträsk. Jomala: Södersunda. Saltvik: Glosholmsträsk, Toböle-träsk, Åsgårda-Tjänan, Bertby-Tjänan, Långbergsöda-Tjänan. Sund: Gästerby-Tjänan, Strömbolstad, Hulta. Lemland: Grundfjärden, Gloet. Kumlinge: Seglinge. Kökar: Bergskär.

*Pl. minutum* var. *crassum* West. — Weissmoor. Geta: Timmerträsk.

*Pl. minutum* f. *elongatum* West & G. S. West. — Weissmoor. Timmerträsk.

*Pl. nodosum* (Bail.) Lund. — *Sphagnum*-Moore. Geta: Hängsträsk, Löknäspotten, Timmerträsk. Saltvik: Bertby-Tjänan.

*Pl. Trabecula* (Ehrenb.) Näg. — Allgemein in *Sphagnum*-Mooren aber auch anderswo. Eckerö: Signilskär der See auf Enskär, Örfjärden, Storby, Marby-träsk. Hammarland: Västmyra-träsk. Finström: Vandö Örtträsk. Geta: Hängsträsk, Bräkträsk, Timmerträsk, Lillträsk, Norra-Finviken. Jomala: Katthavet. Saltvik: Toböle-träsk, Strömma-Tjänan, Bertby-Tjänan, Långsjö, Kvarnbo-träsk, Kolmila-träsk. Sund: Gästerby-Tjänan. Lemland: Störvikträsk, Stortträsk, Nätö Hemviken, Slätskär, Årtronklobben. Lumparland: Västerträsk. Kumlinge: Gloholm, Långsund. Brändö: Brändskär, Björnholma. Sottunga: Rödgrund.

*Pl. Trabecula* var. *rectum* (Delp.) West & G. S. West. — Moore. Eckerö: Storby, Torp Lassas, Holmträsk, Lill-Fladan. Hammarland: Djäkenböle-träsk. Geta: Löknäspotten. Saltvik: Toböle-träsk, Bertby-Tjänan. Sund: Hulta. Lemland: Björkö. Kumlinge: Seglinge Tümpel in der Nähe des östlichen Hafens, Kumlinge.

*Pl. tridentulum* (Wolle) West. — Sumpf. Geta: Bräkträsk.

*Pl. truncatum* (Bréb.) Näg. — Charakteristisch für Braunmoore. Eckerö: Signilskär, Östra-Insjön, Torp Lassas, Överby Insjön, Marby Träsket. Hammarland: Persängsträsk, Västmyra-träsk. Finström: Finbacka-träsk. Geta: Isaksö-träsk, Lillträsk, Östergeta Byträsk. Jomala: Katthavet. Saltvik: Toböle-träsk, Strömma-Tjänan, Långsjö, Kvarnbo-träsk. Sund: Pottin, Hulta. Lemland: Grundfjärden, Nätö Hemviken. Kökar: Bergskär.

*Pl. truncatum* var. *constrictum* Wille (s. WILLE 1880). — Sumpf. Eckerö: Signilskär.

*Tetmemorus Brebissonii* (Menegh.) Ralfs. — *Sphagnum*-Moore. Saltvik: Toböle-träsk, Långbergsöda. Lemland: Gloet. Lumparland: Klemsby.

*T. Brebissonii* var. *minor* De Bary. — Charakteristisch für *Sphagnum*-Moore. Eckerö: Storby, Kirchdorf, Marby. Finström: Pettböle.

Geta: Bråkräsk. Saltvik: Åsgårda-Tjänan, Långbergsöda-Tjänan. Sund: Gästerby-Tjänan, Strömbolstad. Vårdö: Bergöholm.

*T. granulatus* (Bréb.) Ralfs. — In verschiedenartigen Gewässern, aber besonders häufig in *Sphagnum*-Mooren. Eckerö: Signilskär Hauptinsel und Enskärsträsk, Storby, Holmträsk, Kirchdorf. Hammarland: Djäkenböle-träsk. Finström: Ämnäs, Pettböle. Geta: Rankoskär, Hängsträsk, Bråkräsk, Hagesörträsk, Löknäspotten, Timmerträsk, Lillträsk, Norra-Finviken, Munträsk. Saltvik: Glosholmsträsk, Toböle-träsk, Bertby-Tjänan, Långbergsöda, Långbergsöda-Tjänan, Lavsböle-träsk, Kvarnbo-träsk, Bast-Tjänan, Kvarnsjö, Kolmila-träsk. Sund: Gästerby-Tjänan, Strömbolstad, Hulta. Lemland: Storträsk, Björkö, Nyhamnslandet. Lumparland: Västerträsk, Klemetsby. Kumlinge: Seglinge Karingträsk, Kumlinge. Brändö: Brändskär, Fiskö-träsk (Ausfluss), Lappo. Kökar: Karlby.

*T. granulatus* var. *attenuatus* West. — Eckerö: Marby. Geta: Hagesörträsk.

*T. laevis* (Kütz.) Ralfs. — Charakteristisch für *Sphagnum*-Moore. Geta: Rankoskär, Bråkräsk, Timmerträsk. Saltvik: Toböle-träsk, Åsgårda-Tjänan, Bertby-Tjänan, Långbergsöda-Tjänan, im Ausflussbach des Kvarnsjö. Sund: Gästerby-Tjänan. Lemland: Storträsk, Gloet.

*Euastrum affine* Ralfs. — Sumpf. Saltvik: Långbergsöda.

*E. ansatum* Ralfs. — In verschiedenartigen Gewässern, aber besonders allgemein in Weissmooren. Eckerö: Signilskär Heligman und der See auf Enskär, Storby, Torp Lassas, Holmträsk. Hammarland: Djäkenböle-träsk. Geta: Rankoskär, Hängsträsk, Löknäspotten, Timmerträsk, Fagnäs-träsk, Ruddammen, Lillträsk. Saltvik: Glosholmsträsk, Toböle-träsk, Åsgårda-Tjänan, Åsgårda-träsk, Bertby-Tjänan, Långbergsöda-Tjänan, Långsjö, Lavsböle-träsk, Kvarnbo-träsk, Kvarnsjö, Kolmila-träsk. Sund: Hulta. Lemland: Storträsk, Slätskär, Ärtronklobben, Ärtskär, Björkö, Fjärdskär, Nyhamnslandet. Kumlinge: Seglinge Tümpel in der Nähe des östlichen Hafens, Kumlinge Långsund und Tümpel an der Dampferbrücke. Brändö: Hullberga Notskär, Brändskär, Fiskö-träsk (Ausfluss), Lappo. Föglö: Bänö. Sottunga: Rödgrund. Kökar: Karlby, Österbygge Högholma.

*E. ansatum* var. *rhomboidale* Duceell. (DUCCELLIER 1918 a). — Geta: Lillträsk.

*E. ampullaceum* Ralfs. — Sümpfe. Eckerö: Marby. Geta: Bråkräsk, Kasberg, Timmerträsk, Lillträsk. Saltvik: Långbergsöda. Sund: Strömbolstad.

*E. bidentatum* Näg. — In verschiedenartigen Gewässern. Eckerö: Signilskär der See auf Enskär, Storby, Torp Lassas. Finström: Finbacka-träsk. Geta: Fagnässträsk, Timmerträsk, Munträsk. Saltvik: Toböle-träsk, Strömma-Tjänan, Långbergsöda-Tjänan, Långsjö, Lavsböle-träsk, Bast-Tjänan, Kvarnsjö, Kolmila-träsk. Sund: Björby-träsk, Pottin, Strömbolstad, Hulta. Lemland: Nätö, Ekskär, Slätskär, Björkö, Nyhamnslandet. Vårdö: Norr-Granö. Kumlinge: Enskär. Brändö: Fiskö-träsk. Sottunga: Rödgrund. Kökar: Österbygge Högholma, Bergskär.

*E. binale* (Turp.) Ehrenb. — In verschiedenartigen Gewässern. Finström: Ämnäs, Pettböle. Geta: Timmerträsk (forma, GRÖNBLAD 1921, Pl. 111 fig. 21). Saltvik: Bredholm, Bertby-Tjänan, Långbergsöda-Tjänan, Rangsbö, Kvarnsjö. Sund: Gästerby-Tjänan, Hulta. Lemland: Grundfjärden. Kum-



ling e: Seglinge Tümpel in der Nähe des östlichen Hafens, Kirchdorf, Enskär.  
Brändö: Fiskö-träsk (Ausfluss), Lappo.

*E. binale* f. *Gutwinskii* Schmidle. — Lemland: Gloet. Vårdö: Bergöholm.

*E. binale* f. *secta* Turn. — Jomala: Södersunda. Föglö: Jyddö. Sottunga: Rödgrund.

*E. Boldtii* Schmidle (s. GRÖNBLAD 1921). — Geta: Fagernästräsk, Timmerträsk. Saltvik: Kvarnsjö.

*E. crassum* (Bréb.) Kütz. — Charakteristisch für *Sphagnum*-Moore. Eckerö: Kirchdorf, Marby. Finström: Pettböle. Geta: Hängsträsk, Hagesörträsk, Kasberg, Timmerträsk, Lillträsk. Saltvik: Bertby-Tjänan, Långbergsöda, Långbergsöda-Tjänan. Sund: Strömbolstad.

*E. denticulatum* (Kirchn.) Gay. — In verschiedenartigen Gewässern. Finström: Möträsk. Geta: Dånö-träsk, Hängsträsk, Hagesörträsk, Fagernästräsk, Gröndalsträsk, Timmerträsk, Lillträsk, Munträsk. Saltvik: Glosholmsträsk, Toböle-träsk, Strömma-Tjänan, Långbergsöda-Tjänan, Långsjö, Lavsböle-träsk, Kvarnbo-träsk, Kvarnsjö, Kolmila-träsk, Askar-träsk. Sund: Sibby Storträsk, Strömbolstad, Hulta. Lemland: Storträsk, Björkö, Nyhamnslandet. Kumlinge: Långsund, Tümpel an der Dampferbrücke. Brändö: Brändskär, Fiskö-träsk (Ausfluss), Lappo. Kökar: Österbygge Högholma.

*E. Didelta* (Turp.) Ralfs. — Sümpfe. Eckerö: Storby. Geta: Timmerträsk, Lillträsk. Saltvik: Åsgårda-Tjänan, Långbergsöda. Lumparland: Klemetsby. Kumlinge: Seglinge Tümpel in der Nähe des östlichen Hafens. Brändö: Koskenpää Söderholm.

*E. dubium* Näg. — In verschiedenartigen Gewässern. Eckerö: Signilskär, Torp Lassas. Hammarland: Djäkenböle-träsk. Geta: Gröndalsträsk, Timmerträsk, Lillträsk. Saltvik: Toböle-träsk, Åsgårda-Tjänan, Bast-Tjänan. Sund: Gästerby-Tjänan, Pottin, Hulta. Lemland: Årtskär. Kumlinge: Seglinge Tümpel in der Nähe des östlichen Hafens und Karingträsk, Långsund. Brändö: Brändskär. Kökar: Österbygge Högholma.

*E. elegans* (Bréb.) Kütz. — Eine sehr allgemeine Art, an verschiedenartigen Standorten. Eckerö: Signilskär Heligman, Björnhuvud. Finström: Möträsk. Geta: Hängsträsk, Fagernästräsk, Ruddammen, Gröndalsträsk, Lillträsk, Östergeta Byträsk, Norra-Finviken, Munträsk. Saltvik: Dalsträsk, Glosholmsträsk, Strömma-Tjänan, Långbergsöda-Tjänan, Långsjö, Lavsböle-träsk, Kvarnbo-träsk, Bast-Tjänan, Kvarnsjö, im Ausflussbach des Kvarnsjö, Kolmila-träsk. Sund: Gästerby-Tjänan, Sibby Storträsk und Lillträsk, Pottin, Helsingkrok. Lemland: Storträsk, Nätskärsträsk, Ärttronklobben, Björkö, Fjärdskär. Kumlinge: Seglinge Tümpel in der Nähe des östlichen Hafens und Karingträsk, Kumlinge. Brändö: Brändskär, Fiskö-träsk (Ausfluss), Lappo. Sottunga: Rödgrund. Kökar: Österbygge Högholma.

*E. Gayanum* Toni (s. GRÖNBLAD 1921). — Lemland: Årtskär, Björkö. Kumlinge: Tümpel an der Dampferbrücke. Sottunga: Rödgrund.

*E. gemmatum* Bréb. — In verschiedenartigen Gewässern. Eckerö: Holmträsk. Hammarland: Västnyra-träsk. Geta: Löknäspotten, Lillträsk. Saltvik: Lavsböle-träsk, Kvarnbo-träsk, Kvarnsjö. Lemland: Grundfjärden, Björkö, Nyhamnslandet. Brändö: Brändskär.

*E. humerosum* Ralfs. — In Sümpfen und Tümpeln. Eckerö: Signilskär Heligman. Sund: Strömbolstad, Hulta. Lumparland: Klemetsby. Sottunga: Rödgrund.

\* *E. inermis* (Ralfs) Lund. — E c k e r ö: Kirchdorf, Marby. G e t a: Timmerträsk.

*E. insignis* Hass. — Charakteristisch für *Sphagnum*-Moore. E c k e r ö: Marby. F i n s t r ö m: Pettböle. G e t a: Bråkräsk, Hagesörträsk, Lillträsk. J o m a l a: Södersunda. S a l t v i k: Långbergsöda, Långbergsöda-Tjänan. S u n d: Gästerby-Tjänan, Strömbolstad.

*E. insulare* (Witttr.) Roy. — In verschiedenartigen Gewässern, allgemein in den Potamogeton-Seen. E c k e r ö: Örfjärden, Storby. H a m m a r l a n d: Lervik (brackisches Wasser), Trutvikträsk. F i n s t r ö m: Långsjö, Möträsk. G e t a: Dånö-träsk, Isaksö-träsk, Hängsträsk, der See N von Ruddammen, Gröndalsträsk, Timmerträsk, Lillträsk, Norra-Finviken, Munträsk. J o m a l a: Södersunda. S a l t v i k: Toböle-träsk, Åsgårda-Tjänan, Åsgårda-träsk, Långbergsöda-Tjänan, Lavsböle-träsk, Kvarnbo-träsk. S u n d: Gästerby-Tjänan, Sibby Lillträsk, Pottin. L e m l a n d: Storträsk, Björkö. K u m l i n g e: Seglinge Karingträsk, Kumlinge Långsund und im Tümpel an der Dampferbrücke. B r ä n d ö: Brändskär, Lappo. K ö k a r: Bergskär.

*E. intermedium* Cleve. — Sumpf. G e t a: Lillträsk.

*E. lapponicum* Schmidle (GRÖNBLAD 1921). — G e t a: Norsträsk, Norra-Finviken. S a l t v i k: Askar-träsk.

\* *E. Lütkenmülleri* Ducell. (DUCELLIER 1918 b). — Sümpfe. E c k e r ö: Kirchdorf. S a l t v i k: Åsgårda-Tjänan, Bertby-Tjänan. S u n d: Hulta.

*E. monocylum* (Nordst.) Racib. var. *germanicum* Schmidle (s. GRÖNBLAD 1921). — In Potamogeton-Seen. H a m m a r l a n d: Västmyra-träsk. S a l t v i k: Askar-träsk. S u n d: Björby-träsk.

*E. montanum* West & G. S. West. — Felsentümpel. V ä r d ö: Bergöholm. K ö k a r: Karlby.

*E. oblongum* (Grev.) Ralfs. — In verschiedenartigen Gewässern, allgemein sowohl in Weiss- als in Braunmooren. E c k e r ö: Signilskär die Hauptinsel und der See auf Enskär, Storby, Holmträsk. H a m m a r l a n d: Västmyra-träsk, Djäkenböle-träsk. F i n s t r ö m: Finbacka-träsk. G e t a: Dånö-träsk, Hängsträsk, Löknäspotten, Timmerträsk, Lillträsk, Häggviken, Munträsk. J o m a l a: Katthavet. S a l t v i k: Strömma-Tjänan, Bertby-Tjänan, Långbergsöda-Tjänan, Kvarnbo-träsk, Kvarnsjö, Kolmila-träsk. S u n d: Pottin, Hulta. L e m l a n d: Natö, Slätskär, Ärtronklobben, Björkö, Fjärdskär, Nyhamnslandet. L u m p a r l a n d: Klemetsby. K u m l i n g e: Seglinge Tümpel in der Nähe des östlichen Hafens, Kumlinge Långsund und Tümpel in der Nähe von der Dampferbrücke, Enskär. B r ä n d ö: Brändskär, Fiskö-träsk (Ausfluss), Lappo. S o t t u n g a: Gloskär. K ö k a r: Österbygge Högholma, Bergskär.

*E. pectinatum* Bréb. — Allgemein sowohl in Braun- als in Weissmooren. E c k e r ö: Signilskär der See auf Enskär, Storby, Torp Lassas, Holmträsk, Kirchdorf. H a m m a r l a n d: Djäkenböle-träsk. G e t a: Dånö-träsk, Hängsträsk, Hagesörträsk, Löknäspotten, Fagnästräsk, Gröndalsträsk, Timmerträsk, Lillträsk, Munträsk. S a l t v i k: Glosholmsträsk, Åsgårda-Tjänan, Bertby-Tjänan, Långbergsöda, Långbergsöda-Tjänan, Långsjö, Lavsböle-träsk, Kvarnbo-träsk, Bast-Tjänan, Kvarnsjö. S u n d: Pottin, Hulta. L e m l a n d: Storträsk, Slätskär, Nyhamnslandet. K u m l i n g e: Seglinge Karingträsk und Tümpel in der Nähe des östlichen Hafens, Långsund. B r ä n d ö: Brändskär, Lappo. S o t t u n g a: Rödgrund. K ö k a r: Österbygge Högholma.

*E. pectinatum* var. *inevolutum* West & G. S. West. — S a l t v i k: Kvarnsjö.

*E. pinnatum* Ralfs. — Moore. Eckerö: Storby. Finström: Pettböle. Geta: Bråltrask, Hagesörtrask, Timmertrask, Lilltrask. Saltvik: Bertby-Tjänan, Långbergsöda. Kumlinge: Kumlinge. Kökar: Karlby.

*E. pulchellum* Bréb. var. *retusum* West & G. S. West. — Moore, sowohl Braun- als Weissmoore. Eckerö: Signilskär Enskärstrask, Storby, Torp Lassas. Geta: Hängstrask, Gröndalstrask, Timmertrask, Lilltrask. Saltvik: Toböle-trask, Åsgårda-Tjänan, Bergö, Långsjö, Bast-Tjänan. Sund: Gästerby-Tjänan, Pottin, Hulta. Lemland: Stortrask, Grundfjärden, Stortrask, Nätö, Björkö, Nyhamnslandet. Kumlinge: Seglinge Karingtrask, Kumlinge Långsund und Tümpel in der Nähe von der Dampferbrücke. Brändö: Brändskär, Lappo. Sottunga: Rödgrund. Kökar: Österbygge Högholma.

*E. rostratum* Ralfs. — Eckerö: Kirchdorf. Finström: Ämnäs. Saltvik: Kvarnsjö. Sund: Hulta.

*E. sibiricum* Boldt (s. BOLDT 1885). — Weissmoor. Geta: Timmertrask.

*E. sibiricum* f. *exsecta* Grönb. (s. GRÖNBLAD 1921). — In verschiedenartigen Gewässern. Eckerö: Kirchdorf. Finström: Pettböle. Geta: Rankoskär, Hängstrask, Lilltrask. Saltvik: Kvarnsjö. Sund: Hulta. Lemland: Stortrask, Ärtronklobben, Ärtskär. Kumlinge: Seglinge Tümpel in der Nähe des östlichen Hafens, Långsund. Brändö: Hullberga Notskär, Brändskär, Fiskö, Lappo. Sottunga: Rödgrund. Kökar: Österbygge Högholma.

*E. sinuosum* Lenorm. — *Sphagnum*-Moore. Geta: Timmertrask. Saltvik: Toböle-trask, Bertby-Tjänan, Långsjö. Sund: Gästerby-Tjänan. Lemland: Nyhamnslandet.

*E. Turnerii* West. — Finström: Pettböle. Geta: Timmertrask. Saltvik: Lavsböle-trask, Askar-trask. Kumlinge: Tümpel in der Nähe von der Dampferbrücke.

*E. validum* West & G. S. West. — Sümpfe. Geta: Timmertrask. Sund: Hulta.

*E. verrucosum* Ehrenb. — Charakteristisch für eutrophe Gewässer. Eckerö: Signilskär, Storby, Torp Lassas, Marby Trasket. Hammarland: Västmyra-trask. Geta: Hängstrask, Hagesörtrask, Lilltrask, Muntrask. Saltvik: Långbergsöda-Tjänan, Långsjö, Kvarnbo-trask. Sund: Gästerby-Tjänan. Lemland: Stortrask, Nätö, Nyhamnslandet. Brändö: Fiskö-trask (Ausfluss), Lappo.

*Micrasterias angulosa* Hantzsch. — In verschiedenartigen Gewässern. Eckerö: Signilskär der See auf Enskär, Holmtrask, Björnhuvud. Finström: Finbacka-trask. Saltvik: Toböle-trask, Strömma-Tjänan, Åsgårda-Tjänan, Bast-Tjänan, Kolmila-trask. Sund: Pottin, Hulta. Lemland: Nyhamnslandet. Kumlinge: Seglinge Tümpel in der Nähe des östlichen Hafens und Karingtrask, Långsund.

*M. americana* (Ehrenb.) Ralfs. — Saltvik: Kvarnsjö. Lemland: Stortrask.

*M. apiculata* (Ehrenb.) Menegh. — Eckerö: Marby Trasket. Geta: Lilltrask, Norra-Finviken. Saltvik: Strömma-Tjänan. Brändö: Brändskär.

*M. brachyptera* Lund. — Wahrscheinlich vorzugsweise in schwach sauren Gewässern. Eckerö: Signilskär. Finström: Mötrask. Geta: Timmertrask. Saltvik: Strömma-Tjänan. Lemland: Stortrask, Nyhamnslandet.

*M. Crux Melitensis* (Ehrenb.) Hass. — In verschiedenartigen Gewässern, besonders in den Braunmooren an den Seeufern. E c k e r ö: Torp Lassas, Överbysjön. H a m m a r l a n d: Persängsträsk. F i n s t r ö m: Finbacka-träsk, Möträsk. G e t a: Fagnästräsk, Timmerträsk, Lillträsk, Munträsk. J o m a l a: Katthavet. S a l t v i k: Strömma-Tjänan, Åsgårda-Tjänan. S u n d: Gästerby-Tjänan, Pottin, Träsket. L e m l a n d: Störvikträsk, Nätö, Slätskär. V å r d ö: Norr-Granö. K u m l i n g e: Kumlinge Långsund und im Tümpel an der Dampferbrücke. B r ä n d ö: Brändskär, Fiskö-träsk (Ausfluss). S o t t u n g a: Rödgrund.

*M. denticulata* Bréb. — Moore. E c k e r ö: Signilskär der See auf Enskär, Lill-Fladan, Marby Träsket. G e t a: Isaksö-träsk, Löknäspotten. S a l t v i k: Åsgårda-Tjänan, Bertby-Tjänan, Långsjö, Kolmila-träsk. L e m l a n d: Störträsk. K u m l i n g e: Långsund und Tümpel an der Dampferbrücke, Lilla Kvarnskär. S o t t u n g a: Rödgrund.

*M. denticulata* var. *notata* Nordst. — G e t a: Hängsträsk.

*M. fimbriata* Ralfs. — Moore, besonders in Braunmooren. E c k e r ö: Signilskär, Örfjärden, Holmträsk. G e t a: Lillträsk. S a l t v i k: Toböle-träsk, Långbergsöda-Tjänan, Kolmila-träsk. S u n d: Pottin, Hulta. L e m l a n d: Björkö. K u m l i n g e: Seglinge Karingträsk. B r ä n d ö: Lappo.

*M. Jenneri* Ralfs. — *Sphagnum*-Moore. G e t a: Bräkträsk. S a l t v i k: Långbergsöda.

*M. Mahabuleshwariensis* Hobson var. *Wallichii* (Grun.) West & G. S. West. — G e t a: Östergeta Byträsk.

\* *M. oscitans* Ralfs. — Sumpf. S a l t v i k: Långbergsöda.

*M. oscitans* var. *mucronata* (Dixon) Wille. — Sumpf. S a l t v i k: Långbergsöda.

*M. papillifera* Bréb. — Sümpfe. E c k e r ö: Signilskär, Örfjärden. G e t a: Lillträsk. S a l t v i k: Toböle-träsk, Långbergsöda-Tjänan, Långsjö, Kvarnbo-träsk, Kolmila-träsk. L e m l a n d: Grundfjärden. K u m l i n g e: Seglinge Tümpel in der Nähe des östlichen Hafens. B r ä n d ö: Brändskär.

*M. pinnatifida* (Kütz.) Ralfs. — Charakteristisch für Weissmoore, aber an recht verschiedenartigen Standorten. G e t a: Hängsträsk, Löknäspotten, Fagnästräsk, Timmerträsk, Lillträsk. S a l t v i k: Glosholmsträsk, Toböle-träsk, Bertby-Tjänan, Kvarnsjö. S u n d: Gästerby-Tjänan. L e m l a n d: Störträsk, Nyhamnslandet. K u m l i n g e: Im Tümpel an der Dampferbrücke, Kalskär. B r ä n d ö: Brändskär.

*M. radiata* Hass. — An sumpfigen Seeufern. G e t a: Timmerträsk, Lillträsk. S a l t v i k: Åsgårda-Tjänan, Kvarnbo-träsk. S u n d: Pottin.

*M. rotata* (Grev.) Ralfs. — Allgemein in Braunmooren, aber auch in Weissmooren. E c k e r ö: Signilskär, Örfjärden. H a m m a r l a n d: Persängsträsk. G e t a: Hängsträsk, Lillträsk, Häggviken, Norra-Finviken. J o m a l a: Katthavet. S a l t v i k: Toböle-träsk, Åsgårda-Tjänan, Långbergsöda, Kolmila-träsk. S u n d: Hulta, Träsket. L e m l a n d: Ärtronklobben, Ärtskär, Björkö. K u m l i n g e: Seglinge Tümpel in der Nähe des östlichen Hafens. S o t t u n g a: Rödgrund. K ö k a r: Österbygge Högholma.

*M. Sol* (Ehrenb.) Kütz. — E c k e r ö: Torp Lassas. G e t a: Lillträsk. S a l t v i k: Kvarnbo-träsk.

*M. Thomasiana* Arch. — Sümpfe. E c k e r ö: Signilskär Hauptinsel und Heligman, Storby. G e t a: Hängsträsk, Timmerträsk. S a l t v i k: Strömma-



Tjänan. Sund: Hulta. Lemland: Björkö, Nyhamnslandet. Kumlinge: Seglinge Tümpel in der Nähe des östlichen Hafens. Brändö: Brändskär.

*M. truncata* (Corda) Bréb. — In Braun- und Weissmooren, besonders in den letzterwähnten. Eckerö: Signilskär Hauptinsel und Enskärsträsk, Örfjärden, Storby, Torp Lassas, Holmträsk, Överby Insjön, Björnhuvud. Finström: Ämnäs, Pettböle. Geta: Isaksö-träsk, Hängsträsk, Bråkräsk, Hagesörträsk, Löknäspotten, Gröndalsträsk, Timmerträsk, Norra-Finviken. Jomala: Katthavet. Saltvik: Glosholmsträsk, Strömma-Tjänan, Bertby-Tjänan, Långbergsöda, Långbergsöda-Tjänan, Kvarnbo-träsk. Sund: Gästerby-Tjänan, Hulta, Träsket. Lemland: Storvikträsk, Nätö, Björkö, Nyhamnslandet. Lumpharland: Västerträsk. Vårdö: Bergöholm. Kumlinge: Kumlinge Långsund und Sumpf W von der Kirche. Brändö: Brändskär.

*Cosmarium abbreviatum* Racib. — Geta: Dånö-träsk, Lillträsk. Saltvik: Kvarnbo-träsk.

*C. abruptum* Lund. — Sumpf. Geta: Lillträsk.

*C. abscissum* Grönl. (GRÖNBLAD 1921). — Felsentümpel. Lemland: Kobbaklinter, Lågskär Österkleppen.

*C. adelochondrum* (Elfv.) Lütik. — Sümpfe. Eckerö: Kirchdorf. Saltvik: Åsgårda-Tjänan, Bertby-Tjänan.

*C. amoenum* Bréb. — Vorzugsweise in *Sphagnum*-Mooren. Eckerö: Storby. Hammarland: Djäkenböle-träsk. Geta: Hängsträsk, Bråkräsk, Hagesörträsk, Svartträsk, Timmerträsk. Saltvik: Toböle-träsk, Bertby-Tjänan, Långbergsöda, Långbergsöda-Tjänan, Långsjö, Kvarnsjö. Sund: Gästerby-Tjänan, Hulta. Lemland: Storträsk, Årtskär, Björkö. Kumlinge: Seglinge Kåringträsk.

*C. angulosum* Bréb. — In verschiedenartigen Gewässern. Hammarland: Djäkenböle-träsk. Geta: Lillträsk. Jomala: Södersunda. Saltvik: Åsgårda-Tjänan, Lavsböle-träsk. Lemland: Nätö Hemviken.

*C. angulosum* var. *concinnum* (Rabenh.) West & G. S. West. — In verschiedenartigen Gewässern. Geta: Hängsträsk. Saltvik: Långsjö. Sund: Östra-Kyrksundet. Lemland: Norrby, Årtskär. Kumlinge: Långsund. Brändö: Brändskär, Lappo.

\* *C. asphaerosporum* Nordst. — Lemland: Der Tümpel auf Ärtronklobben.

*C. bacillare* Lütik. — Sümpfe. Eckerö: Signilskär, Kirchdorf. Geta: Timmerträsk, Lillträsk.

\* *C. binum* Nordst. — Geta: Norsträsk. Saltvik: Lavsböle-träsk.

*C. bioculatum* Bréb. — Tümpel. Eckerö: Signilskär Heligman.

*C. bioculatum* var. *hians* West & G. S. West. — Saltvik: Toböle-träsk, Askar-träsk. Brändö: Brändskär.

*C. bipunctatum* Börg. — Sumpf. Geta: Lillträsk.

*C. biretum* Bréb. — Kleine Wasseransammlungen. Eckerö: Signilskär Kaparskär. Finström: Grelsby.

*C. bisphaericum* Printz. — *Sphagnum*-Sumpf. Sund: Hulta.

*C. blytii* Wille. — In verschiedenartigen Gewässern. Eckerö: Storby, Marby Träsket. Hammarland: Långträsk. Geta: Hängsträsk, Hagesörträsk, Fagnästräsk?, Ruddammen, Timmerträsk, Lillträsk. Saltvik: Dalsträsk, Toböle-träsk, Bertby-Tjänan, Långsjö, Lavsböle-träsk, Kvarnbo-träsk,

Kolmila-träsk? S u n d: Gästerby-Tjänan, Björby-träsk, Kvärsjö, Sibby Lill-träsk, Pottin, Hulta. L e m l a n d: Storträsk, Eskskär. K u m l i n g e: Seglinge Kåringträsk, Långsund. B r ä n d ö: Brändskär, Lappo.

*C. Boeckii* Wille. — Charakteristisch für eutrophe Gewässer. E c k e r ö: Signilskär der See auf Enskär, Västra-Insjön, Örfjärden, Stor-Fladan, Lill-Fladan. H a m m a r l a n d: Persängsträsk, Västmyra-träsk, Djäkenböle-träsk, Lång-träsk. F i n s t r ö m: Bjärströmsträsk, Tjudö Svartträsk und Storträsk. G e t a: Dånö-träsk, Ruddammen, Gröndalsträsk, Östergeta Byträsk, Nors-träsk, Norra-Finviken, Höckböle-träsk. S a l t v i k: Toböle-träsk, Strömman-Tjänan, Åsgårda-Tjänan, Långbergsöda-Tjänan, Lavsböle-träsk, Kvarnbo-träsk, Kvarnsjö, Kolmila-träsk, Askar-träsk, Mösjö. S u n d: Björby-träsk, Sibby Lillträsk, Pottin, Östra-Kyrksundet, Träsket, Högbolstad-träsk. L e m l a n d: Störvikträsk, Nätö, der Tümpel auf Årtronklobben. V å r d ö: Vargata-träsk. K u m l i n g e: Kumlinge Långsund und der Tümpel an der Dampferbrücke. B r ä n d ö: Brändskär, Fiskö-träsk (Ausfluss), Brändö. K ö k a r: Karlby Oppsjön.

*C. Botrytis* Menegh. — In verschiedenartigen Gewässern, aber vorzugsweise in eutrophen Gewässern. E c k e r ö: Signilskär Enskärsträsk, Örfjärden, Torp Lassas, Stor-Fladan, Lill-Fladan, Överby Insjön, Marby Inre-Träsket. H a m m a r l a n d: Persängsträsk, Västmyra-träsk. F i n s t r ö m: Bjärströmsträsk, Storträsk, Grelsby, Tjudö Storträsk. G e t a: Dånö-träsk, Fager-nästräsk, Ruddammen, Timmerträsk, Lillträsk, Östergeta Byträsk und Langträsk, Häggviken, Munträsk. S a l t v i k: Toböle-träsk, Strömman-Tjänan, Lavsböle-träsk, Kvarnbo-träsk, Kolmila-träsk. S u n d: Östra-Kyrksundet, Högbolstad-träsk, Tranvikträsk. L e m l a n d: Norrby, Störvikträsk, Marsö-träsk, Herröskatan, Nätö, Eskskär, Kobbaklintar, Björkö, Nyhamnslandet, Lågsjär Österkleppen. L u m p a r l a n d: Västerträsk. K u m l i n g e: Snäckö, Gloholm. B r ä n d ö: Fiskö-träsk (Ausfluss), Björnholma, Lappo. S o t t u n g a: Gloskär. K ö k a r: Karlby Oppsjön.

*C. Botrytis* var. *tumidum* Wille. — Felsentümpel. E c k e r ö: Signilskär Kaparskär.

*C. calcareum* Wittr. — Felsentümpel. E c k e r ö: Signilskär Kaparskär.

\* *C. Capitulum* Roy & Biss. var. *groenlandicum* Börg. — Felsentümpel. K ö k a r: Bergskär.

\* *C. carinthiacum* Lüttk. (Manuskript). — *Sphagnum*-Moor. S u n d: Hulta.

*C. ceratophorum* Lüttk. (LÜTKEMÜLLER 1910). — Sumpf. G e t a: Lillträsk.

*C. Clepsydra* Nordst. — G e t a: Lillträsk. S a l t v i k: Toböle-träsk, Åsgårda-Tjänan. B r ä n d ö: Brändskär.

*C. Clevei* (Lund) Lüttk. — Sumpf. S a l t v i k: Långbergsöda.

*C. connatum* Bréb. — Eine allgemeine Art, sowohl in den Potamogeton-Seen, wie in den Lobelia- und Dy-Seen. E c k e r ö: Signilskär Hauptinsel und Enskärsträsk, Storby, Torp Lassas. H a m m a r l a n d: Djäkenböle-träsk. F i n s t r ö m: Finbacka-träsk. G e t a: Dånö-träsk, Löknäspotten, Gröndals-träsk, Timmerträsk, Lillträsk, Häggviken. J o m a l a: Katthavet. S a l t v i k: Norrträsk, Gloholmsträsk, Toböle-träsk, Strömman-Tjänan, Åsgårda-träsk, Bertby-Tjänan, Långbergsöda-Tjänan, Långsjö, Lavsböle-träsk, Kvarnbo-träsk, Kvarnsjö. S u n d: Gästerby-Tjänan, Pottin, Träsket. L e m l a n d: Störvik-träsk, Nyhamnslandet. K u m l i n g e: Seglinge Kåringträsk. B r ä n d ö: Lappo.

*C. conspersum* Ralfs. — Moore, besonders eutrophe. Eckerö: Signilskär, Storby, Torp Lassas, Björnhuvud. Geta: Timmerträsk, Lillträsk. Jomala: Katthavet. Sund: Pottin.

*C. conspersum* var. *latum* (Bréb.) West & G. S. West. — Geta: Dånö-träsk, Löknäspotten, Lillträsk. Jomala: Katthavet. Saltvik: Toböle-träsk, Strömma-Tjänan. Lemland: Nyhamnslandet.

*C. contractum* Kirchn. — In verschiedenartigen Gewässern. Eckerö: Storby, Kirchdorf. Geta: Fagnästräsk, der See N von Ruddammen, Timmerträsk. Saltvik: Toböle-träsk, Åsgårda-Tjänan. Sund: Pottin. Lemland: Nyhamnslandet.

*C. contractum* var. *ellipsoideum* (Elfv.) West & G. S. West. — In verschiedenartigen Gewässern. Finström: Möträsk. Geta: Hängträsk, Löknäspotten. Jomala: Södersunda. Saltvik: Glosholmsträsk. Sund: Pottin. Lemland: Störvikträsk. Kumlinge: Långsund. Brändö: Brändskär. Sottunga: Dragsö.

*C. controversum* West. — Saltvik: Långbergsöda-Tjänan.

*C. crenatum* Ralfs. — Eckerö: Signilskär (Sumpf). Saltvik: Långbergsöda (feuchter Felsen an Långbergsöda-vik).

*C. Cucumis* (Corda) Ralfs. — In verschiedenartigen Gewässern. Eckerö: Storby. Geta: Östergeta Byträsk. Saltvik: Kvarnbo-träsk. Sund: Gästerby-Tjänan. Lemland: Årtskär, Nyhamnslandet. Kumlinge: Seglinge Karingträsk.

*C. Cucurbita* Bréb. — Charakteristisch für Weissmoore. Eckerö: Storby. Finström: Ämnäs. Geta: Bråträsk, Hagesörträsk, Lillträsk. Jomala: Södersunda. Saltvik: Toböle-träsk, Åsgårda-Tjänan, Bertby-Tjänan, Långbergsöda, Långbergsöda-Tjänan. Sund: Gästerby-Tjänan. Lemland: Grundfjärden, Gloet. Vårdö: Bergöholm. Kumlinge: Kumlinge. Brändö: Koskenpää Söderholm. Kökar: Karlby.

*C. cucurbitinum* (Biss.) Lütke. — Geta: Bråträsk. Saltvik: Toböle-träsk. Kökar: Bergskär (Felsentümpel).

\* *C. cymatomotophorum* West. — Eckerö: Signilskär Heligman. Geta: Timmerträsk. Sund: Hulta.

*C. Debaryi* Arch. — In verschiedenartigen Gewässern, allgemein in *Sphagnum*-Mooren. Eckerö: Signilskär Enskärträsk, Örfjärden, Storby. Hammarland: Djäkenböle-träsk. Geta: Dånö-träsk, Löknäspotten, Häggviken. Saltvik: Toböle-träsk, Strömma-Tjänan, Bast-Tjänan. Sund: Gästerby-Tjänan, Pottin. Lemland: Björkö, Nyhamnslandet. Kumlinge: Seglinge Karingträsk. Brändö: Hullberga Notskär, Brändskär. Kökar: Bergskär.

\* *C. decachondrum* Roy & Bisset (Roy & Bisset 1886). — Sumpf. Geta: Lillträsk.

*C. depressum* (Näg.) Lund. — Eckerö: Torp Lassas. Geta: Lillträsk. Saltvik: Toböle-träsk.

*C. depressum* var. *achondrum* (Boldt) West & G. S. West. — In verschiedenartigen Gewässern, allgemein in den Potamogeton-Seen. Eckerö: Överby Insjön. Geta: Löknäspotten, Östergeta Byträsk, Bolstaholmsträsk. Saltvik: Toböle-träsk, Långsjö, Lavsböle-träsk, Kvarnsjö, Mora-träsk. Sund: Kvärsjö, Pottin. Lemland: Störvikträsk, Grundfjärden. Lumparland: Västerträsk. Kumlinge: Långsund. Brändö: Brändskär.

*C. depressum* var. *reniforme* W. West & G. S. West. — Saltvik: Lavsböle-träsk.

\* *C. didymoprotupsum* W. West & G. S. West. Keine doppelte granulae an der Kante in der Nähe von apex. — Geta: Norsträsk.

*C. difficile* Lüttk. — In verschiedenartigen Gewässern. Eckerö: Signilskär Enskärsträsk, Stor-Fladan, Överby Insjön. Hammarland: Västmyra-träsk. Finström: Bjärströmsträsk, Finbacka-träsk. Geta: Rankoskär, Isaksö-träsk, Hängsträsk, Gröndalsträsk, Lillträsk. Saltvik: Toböle-träsk, Kvarnbo-träsk, Bast-Tjänan, Kvarnsjö. Sund: Gästerby-Tjänan, Pottin. Lemland: Norrby, Storvikträsk, Storträsk, Nätö. Kumlinge: Seglinge Käringträsk, Långsund. Brändö: Brändskär, Lappo. Sottunga: Rödgrund Kökar: Bergskär.

\* *C. diploporum* (Lund) Lüttk. — Eckerö: Signilskär. Geta: Timmerträsk, Lillträsk. Saltvik: Kvarnsjö.

*C. elegantissimum* Lund. — Sumpf. Geta: Lillträsk.

*C. elegantissimum* var. *simplicius* W. & G. S. West. — In verschiedenartigen Gewässern. Lemland: Nyhamnslandet (Tümpel). Vårdö: Klubben (Tümpel). Kumlinge: Långsund. Kökar: Österbygge Högholma (*Carex*-Tümpel).

\* *C. elongatum* Racib. — Sümpfe. Geta: Lillträsk. Saltvik: Glosholmsträsk. Sund: Pottin.

*C. exiguum* Arch. — *Sphagnum*-Moor. Hammarland: Djäkenböle-träsk.

\* *C. fastidiosum* West & G. S. West. — Felsentümpel. Kökar: Bergskär.

\* *C. fontigenum* Nordst. — Saltvik: Lavsböle-träsk.

*C. formosulum* Hoff. — Charakteristisch für die eutrophen Gewässer. Eckerö: Torp Lassas, Marby Träsket. Finström: Bjärströmsträsk, Vandö Örtäsk, Grelsby, Brännerträsk, im Bach zwischen Tjudö Svartträsk und Storträsk. Geta: Munträsk. Saltvik: Toböle-träsk, Strömma-Tjänan, Åsgårda-träsk, Långsjö, Lavsböle-träsk, Kvarnbo-ström, Askar-träsk, Sonröda-träsk. Sund: Sibby Lillträsk, Västra-Kyrksundet, Träsket. Lemland: Nätö, Nyhamnslandet. Vårdö: Vargata-träsk. Kumlinge: Gloholm, Lilla Kvarnskär. Brändö: Brändskär. Kökar: Karlby Oppsjön.

*C. formosulum* var. *Nathorstii* (Boldt) West & G. S. West. — Geta: Norsträsk, Höckböle-träsk. Sund: Björby-träsk, Högbolstad-träsk.

\* *C. furcatospermum* West & G. S. West. — Sumpf. Geta: Lillträsk.

*C. globosum* Bulnh. — Geta: Hagesörträsk.

*C. globosum* var. *minus* Hansg. — Eckerö: Överby Insjön. Sund: Pottin.

\* *C. gonioides* West & G. S. West. — Sümpfe. Eckerö: Kirchdorf. Geta: Löknäspotten, Timmerträsk, Lillträsk.

*C. granatum* Bréb. — Allgemein in verschiedenartigen Gewässern. Eckerö: Signilskär die Hauptinsel und der See auf Enskär, Örfjärden, Storby, Holmträsk, Överby Insjön. Hammarland: Västerby-träsk, Fasjö-träsk, Trutvikträsk. Finström: Skabbö Holmträsk, Bjärströmsträsk, Vandö Örtäsk, Mörtäsk, Tjudö Storträsk. Geta: Dånö-träsk, Isaksö-träsk, Ruddammen, Gröndalsträsk, Timmerträsk, Lillträsk, Östergeta Byträsk, Norra-Finviken, Bolstaholmsträsk, Munträsk. Jomala: Katthavet. Saltvik: Toböle-träsk, Strömma-Tjänan, Åsgårda-Tjänan, Långbergsöda-Tjänan, Långsjö, Lavsböle-



träsk, Kvarnsjö, Askar-träsk. S u n d: Gåsterby-Tjänan, Sibby Storträsk und Lillträsk, Pottin. L e m l a n d: Eskskär, Slåtskär, Björkö, Nyhamnslandet. K u m l i n g e: Seglinge Kåringträsk. B r ä n d ö: Brändskär, Labbholm, Björnholma.

*C. granatum* var. *Nordstedtii* Hansg. — F i n s t r ö m: Skabbö Holmträsk.

*C. hibernicum* West. — *Sphagnum*-Moor. S a l t v i k: Toböle-träsk.

*C. holmiense* Lund. var. *integrum* Lund. (Gute Übereinstimmung mit SKUJA 1928 Taf. 3, Fig. 25.) — Felsentümpel. E c k e r ö: Signilskär Kaparskär.

*C. hornavanense* Gutw. (GUTWIŃSKI 1909). — S a l t v i k: Toböle-träsk.

*C. humile* (Gay) Nordst. — Offenbar eine sehr allgemeine Art, in verschiedenartigen Gewässern. E c k e r ö: Signilskär die Hauptinsel und der See auf Enskär, Västra-Insjön, Örfjärden, Torp Lassas, Holmträsk, Stor-Fladan, Överby Insjön, Marby Inre-Träsket. H a m m a r l a n d: Persängsträsk, Västmyra-träsk, Djäkenböle-träsk, Långträsk. F i n s t r ö m: Skabbö Holmträsk, Bjärströmsträsk, Brinkträsk, Storträsk, Vandö Örtträsk, Långsjö, Stallhagsträsk, Tjudö Svarträsk und Storträsk. G e t a: Dånö-träsk, Isaksö-träsk, Löknäspotten, Fagnästräsk, Gröndalsträsk, Timmerträsk, Lillträsk, Östergeta Byträsk, Norsträsk, Häggviken, Norra-Finviken, Höckböle-träsk. J o m a l a: Kungsö-fjärden. S a l t v i k: Dalsträsk, Toböle-träsk, Strömma-Tjänan, Åsgårda-träsk, Långsjö, Lavsböle-träsk, Kvarnbo-träsk, Kvarnsjö, Mora-träsk, Askar-träsk, Borgboda-träsk. S u n d: Gåsterby-Tjänan, Björby-träsk, Sibby Storträsk und Lillträsk, Pottin, Västra-Kyrksundet, Träsket, Högbolstad-träsk, Tranvikträsk. L e m l a n d: Norrby, Storvikträsk, Grundfjärden, Storträsk, Herröskatan, Nätö Hemviken, Fjärdskär, Nyhamnslandet. L u m p a r l a n d: Västerträsk. K u m l i n g e: Seglinge Kåringträsk, Kumlinge Långsund und Tümpel an der Dampferbrücke, Snäckö, Gloholm. B r ä n d ö: Brändskär, Fiskö-träsk (Ausfluss), Björnholma, Lappo. K ö k a r: Karlby Oppsjön, Bergskär.

*C. impressulum* Elfv. — Eine allgemeine Art, in verschiedenartigen Gewässern. E c k e r ö: Signilskär Enskärträsk, Västra-Insjön, Örfjärden, Stor-Fladan, Överby Insjön, Marby Träsket. H a m m a r l a n d: Trutvikträsk, Persängsträsk, Djäkenböle-träsk. F i n s t r ö m: Bjärströmsträsk, Koträsk, Tjudö Svarträsk. G e t a: Dånö-träsk, Isaksö-träsk, Ruddammen, Gröndalsträsk, Timmerträsk, Lillträsk, Östergeta Byträsk, Norra-Finviken, Höckböle-träsk. S a l t v i k: Toböle-träsk, Strömma-Tjänan, Åsgårda-Tjänan, Långbergsöda-Tjänan, Långsjö, Lavsböle-träsk, Kvarnbo-träsk, Kvarnbo-ström, Kvarnsjö, Askar-träsk, Borgboda-träsk. S u n d: Kvårsjö, Sibby Storträsk, Pottin, Västra-Kyrksundet, Träsket. L e m l a n d: Norrby, Storvikträsk, Grundfjärden, Gloet, Nätskärträsk, Nätö, Eskskär, Ärtronklobben, Björkö, Nyhamnslandet. V å r d ö: Vargata-träsk. K u m l i n g e: Seglinge Fjärden und Kåringträsk, Kumlinge Långsund und der Tümpel an der Dampferbrücke. B r ä n d ö: Brändskär, Fiskö-träsk (Ausfluss), Björnholma, Lappo. S o t t u n g a: Gloskär. K ö k a r: Karlby Oppsjön, Bergskär.

*C. isthmium* West. — Sümpfe. E c k e r ö: Kirchdorf. G e t a: Hagesörträsk, Löknäspotten, Fagnästräsk, Timmerträsk. S a l t v i k: Gloskärträsk.

*C. isthmochondrum* Nordst. — Sümpfe. G e t a: Timmerträsk, Lillträsk. S a l t v i k: Åsgårda-Tjänan.

*C. Kjellmani* Wille var. *grande* Wille. — S a l t v i k: Toböle-träsk.

*C. latifrons* Lund. — E c k e r ö: Signilskär Enskärsträsk.

*C. laeve* Rabenh. — Allgemein in Braunmooren, aber auch an anderen Standorten. E c k e r ö: Signilskär Heligman und der See auf Enskär, Östra-Insjön, Örfjärden. H a m m a r l a n d: Lervik. F i n s t r ö m: Koträsk. G e t a: Dånö-träsk, Hagesörträsk, Timmerträsk, Norsträsk, Häggviken. S a l t v i k: Toböle-träsk, Åsgårda-Tjänan, Kvarnsjö. S u n d: Hulta, Träsket. L e m l a n d: Björkö, Nyhamnslandet. K u m l i n g e: Kumlinge der Tümpel an der Dampferbrücke. B r ä n d ö: Brändskär, Fiskö-träsk (Ausfluss). S o t t u n g a: Rödgrund. K ö k a r: Karlby Oppsjön.

*C. laeve* var. *cymatium* West & G. S. West. — S a l t v i k: Strömma-Tjänan. K ö k a r: Bergskär (Felsentümpel).

*C. laeve* var. *septentrionale* Wille. — S a l t v i k: Toböle-träsk, Kolmila-träsk. S u n d: Gästerby-Tjänan.

\* *C. Lomnicense* Lütkem. (LÜTKEMÜLLER 1910). — G e t a: Timmerträsk, Lillträsk, Munträsk. S a l t v i k: Glosholmsträsk, Strömma-Tjänan. S u n d: Pottin. K u m l i n g e: Kumlinge der Tümpel an der Dampferbrücke.

\* *C. Lundellii* Delp. var. *ellipticum* West. — Sumpf. G e t a: Lillträsk.

*C. Malinvernianum* (Racib.) Schmidle. — G e t a: Lillträsk. L e m l a n d: Störvikträsk.

*C. margaritatum* (Lund.) Roy & Biss. — In verschiedenartigen Gewässern. E c k e r ö: Torp Lassas, Kirchdorf. H a m m a r l a n d: Trutvikträsk. G e t a: Dånö-träsk. Isaksö-träsk, Hängsträsk, Gröndalsträsk, Timmerträsk, Lillträsk, Häggviken. S a l t v i k: Norrträsk, Toböle-träsk, Strömma-Tjänan, Åsgårda-Tjänan, Kvarnbo-träsk, Bast-Tjänan. S u n d: Gästerby-Tjänan, Kvärsjö. L e m l a n d: Storträsk, Nåtö. K u m l i n g e: Seglinge Käringträsk. B r ä n d ö: Brändskär, Björnholma.

*C. margaritifera* Menegh. — In verschiedenartigen Gewässern, allgemein in *Sphagnum*-Mooren. E c k e r ö: Signilskär die Hauptinsel und der See auf Enskär, Storby, Torp Lassas, Lill-Fladan, Marby Träsket. H a m m a r l a n d: Djäkenböle-träsk. F i n s t r ö m: Möträsk. G e t a: Hängsträsk, Svartträsk, Norra-Finviken, Munträsk. S a l t v i k: Toböle-träsk, Bertby-Tjänan, Långbergsöda, Långbergsöda-Tjänan, Bast-Tjänan, Kvarnsjö. S u n d: Gästerby-Tjänan, Kvärsjö, Sibby Lillträsk, Pottin, Hulta. L e m l a n d: Björkö, Nyhamnslandet. K u m l i n g e: Seglinge Käringträsk und Tümpel in der Nähe des östlichen Hafens. B r ä n d ö: Hullberga Notskär, Brändskär, Fiskö-träsk (Ausfluss), Lappo. S o t t u n g a: Rödgrund. K ö k a r: Österbygge Högholma.

*C. Meneghini* Bréb. — Allgemein in den Potamogeton-Seen, auch in anderen Gewässern. F i n s t r ö m: Längsjö, Brännerträsk, Tjudö Storträsk. G e t a: Gröndalsträsk, Timmerträsk, Östergeta Byträsk? S a l t v i k: Toböle-träsk, Åsgårda-Tjänan, Lavsböle-träsk, Kvarnsjö, Mösjö. S u n d: Pottin. L e m l a n d: Nåtö Hemviken, Nyhamnslandet. K u m l i n g e: Glosholm. B r ä n d ö: Brändskär, Fiskö-träsk (Ausfluss), Lappo. K ö k a r: Bergskär.

*C. moniliiforme* (Turp.) Ralfs. — G e t a: Lillträsk. S a l t v i k: Kvarnsjö. L e m l a n d: Grundfjärden.

*C. moniliiforme* var. *subpyriforme* W. West & G. S. West. — E c k e r ö: Holmträsk. G e t a: Munträsk.

\* *C. monomazum* Lund. — Sumpf. G e t a: Lillträsk.

*C. monomazum* var. *polymazum* Nordst. — S a l t v i k: Glosholmsträsk.

*C. Norimbergiense* Reinsch. — Sumpf. Geta: Timmerträsk.

*C. Novae-Semliae* Wille var. *sibiricum* Boldt. — Tümpel. Brändö: Brändskär.

*C. obsoletum* (Hantzsch) Reinsch. — Sumpf. Geta: Lillträsk.

\* *C. obtusatum* Schmidle. — In verschiedenartigen Gewässern. Eckerö: Signilskär Hauptinsel und Enskärsträsk, Felsentümpel am E-Ufer vom Stor-Fladan, Överby Insjön. Finström: Långsjö. Geta: Lillträsk. Saltvik: Toböle-träsk, Kvarnbo-ström, Kolmila-träsk. Sund: Träsket. Lemland: Norrby, Ärtronklobben, Kobbaklinter Österlandet. Vårdö: Vargata-träsk. Kumlinge: Långsund, Lilla Kvarnskär. Brändö: Brändskär.

*C. ocellatum* Eichler & Gutw. — Sumpf. Geta: Timmerträsk.

*C. ochthodes* Nordst. — In verschiedenartigen Gewässern. Eckerö: Överby Insjön. Geta: Dånö-träsk, Gröndalsträsk, Timmerträsk, Lillträsk. Jomala: Katthavet. Saltvik: Toböle-träsk, Kolmila-träsk. Kumlinge: Långsund. Brändö: Brändskär, Fiskö-träsk (Ausfluss), Brändö. Kökar: Bergskär.

*C. ochthodes* var. *amoebum* West. — Geta: Lillträsk. Sund: Pottin. Kumlinge: Lilla Kvarnskär.

*C. ornatum* Ralfs. — Allgemein in *Sphagnum*-Mooren, auch an anderen Standorten. Geta: Hängsträsk, Hagesörträsk, Fagnästräsk. Saltvik: Glosholmsträsk, Bertby-Tjänan, Långbergsöda-Tjänan, Långsjö, Lavsböle-träsk, Kvarnbo-träsk, Kvarnsjö. Lemland: Nyhamnslandet. Brändö: Fiskö-träsk (Ausfluss).

*C. orthostichum* Lund. — Geta: Löknäspotten, Timmerträsk.

*C. orthostichum* var. *pumilum* Lund. — Brändö: Brändskär.

*C. ovale* Ralfs. — Geta: Löknäspotten, Timmerträsk, Lillträsk. Saltvik: Långbergsöda-Tjänan, Kvarnbo-träsk.

*C. pachydermum* Lund. — Allgemein in den Potamogeton-Seen. Eckerö: Signilskär Hauptinsel und Enskärsträsk, Överby Insjön, Marby Träsket, Björnhuvud. Finström: Finbacka-träsk. Geta: Dånö-träsk, Timmerträsk, Norra-Finviken, Höckböle-träsk. Jomala: Katthavet. Saltvik: Toböle-träsk, Strömma-Tjänan, Åsgårda-Tjänan, Kolmila-träsk, Borgboda-träsk. Sund: Pottin, Västra-Kyksundet, Träsket. Lemland: Grundfjärden, Nätö Hemviken, Ärtronklobben, Nyhamnslandet. Kumlinge: Långsund.

*C. pachydermum* var. *aethiopicum* W. West & G. S. West. — Geta: Dånö-träsk, Lillträsk. Sund: Pottin. Lemland: Nyhamnslandet.

*C. Palangula* Bréb. — Saltvik: Kvarnsjö.

*C. perforatum* Lund. — In verschiedenartigen Gewässern. Eckerö: Signilskär Enskärsträsk. Hammarland: Västmyra-träsk. Geta: Hängsträsk, Timmerträsk, Munträsk. Saltvik: Glosholmsträsk, Långbergsöda-Tjänan, Lavsböle-träsk, Kvarnbo-träsk, Bast-Tjänan, Kolmila-träsk. Sund: Pottin. Kumlinge: Seglinge Käringträsk, Långsund. Brändö: Fiskö-träsk (Ausfluss).

*C. perminutum* West (s. GRÖNBLAD 1921). — Sumpf. Geta: Lillträsk.

*C. Phaseolus* Bréb. f. *minor* Boldt. — Saltvik: Kvarnbo-träsk.

*C. Phaseolus* var. *elevatum* Nordst. — Brändö: Brändskär.

*C. polygonum* (Näg.) Arch. — Felsentümpel. Eckerö: Signilskär Kaparskär.

*C. Portianum* Arch. — Allgemeine Art, in verschiedenartigen Gewässern. E c k e r ö: Signilskär, Storby, Kirchdorf. H a m m a r l a n d: Västmyra-träsk. F i n s t r ö m: Möträsk. G e t a: Dånö-träsk, Isaksö-träsk, Hängsträsk, Fagnästräsk, Gröndalsträsk, Timmerträsk, Lillträsk, Östergeta Byträsk. S a l t v i k: Dalsträsk, Åsgårda-Tjänan, Långsjö, Lavsböle-träsk, Kvarnbo-träsk, Kvarnsjö. S u n d: Pottin, Hulta, Högbolstad-träsk. L e m l a n d: Slätskär, Nyhamnslandet. L u m p a r l a n d: Västerträsk. K u m l i n g e: Långsund. B r ä n d ö: Brändskär, Fiskö-träsk, Lappo. K ö k a r: Österbygge Högholma, Bergskär.

*C. Portianum* var. *nephroideum* Wittr. — G e t a: Löknäspotten.

*C. praegrande* Lund. — Moore. E c k e r ö: Signilskär, Storby. G e t a: Löknäspotten, Timmerträsk, Lillträsk. S u n d: Gästerby-Tjänan.

*C. praemorsum* Bréb. — F i n s t r ö m: Grelsby (Tümpel). S a l t v i k: Toböle-träsk. B r ä n d ö: Fiskö-träsk (Ausfluss).

\* *C. prominulum* Racib. var. *subundulatum* W. & G. S. West. — E c k e r ö: Kirchdorf. G e t a: Timmerträsk.

*C. protractum* (Näg.) De Bary. — Potamogeton-Seen. F i n s t r ö m: Bjärströmsträsk, Prästräsk, Finbacka-träsk, Godby-träsk. G e t a: Östergeta Byträsk, Norsträsk. S a l t v i k: Toböle-träsk, Lavsböle-träsk, Askar-träsk, Mösjö. S u n d: Björby-träsk, Västra-Kyrksundet. K ö k a r: Karlby Oppsjön.

*C. pseudamoenum* Wille. — Felsentümpel. K ö k a r: Bergskär.

*C. pseudoconnatum* Nordst. — G e t a: Hagesörträsk, Löknäspotten.

*C. pseudoexiguum* Racib. var. *hexagonum* Grönl. (GRÖNBLAD 1924). — Amsumpfigen Ufer. G e t a: Hängsträsk.

\* *C. pseudoornatum* Eichl. & Gutw. (EICHLER & GUTWINSKI 1895). — Sümpfe. G e t a: Timmerträsk, Lillträsk.

\* *C. pseudoprotuberans* Kirchn. — G e t a: Östergeta Byträsk. S a l t v i k: Åsgårda-Tjänan.

*C. pseudoprotuberans* var. *angustius* Nordst. (NORDSTEDT 1882, S. 58). — K u m l i n g e: Seglinge Kåringträsk.

*C. pseudopyramidatum* Lund. — Charakteristisch für *Sphagnum*-Moore. E c k e r ö: Storby, Kirchdorf. G e t a: Rankoskär, Hängsträsk, Hagesörträsk, Löknäspotten, Fagnästräsk, der See N von Ruddammen, Timmerträsk, Lillträsk. J o m a l a: Södersunda. S a l t v i k: Toböle-träsk, Bertby-Tjänan, Långbergsöda-Tjänan, Kvarnsjö. S u n d: Gästerby-Tjänan, Hulta. L e m l a n d: Björkö, Nyhamnslandet.

*C. pseudoretusiforme* Grönl. (s. GRÖNBLAD 1921). — G e t a: Lillträsk. L e m l a n d: Ärtronklobben. B r ä n d ö: Brändskär.

*C. punctulatum* Bréb. — Sehr allgemeine Art, in verschiedenartigen Gewässern. E c k e r ö: Signilskär Enskärsträsk, Örfjärden, Storby, Stor-Fladan, Överby Insjön, Marby Träsket und Inre-Träsket. H a m m a r l a n d: Trutvikträsk, Persängsträsk, Djäkenböle-träsk, Långträsk. F i n s t r ö m: Skabbö Holmträsk, Vandö Örträsk, Prästräsk, Långsjö, Finbacka-träsk, Grelsby, Tjudö Svartträsk und Storträsk sowie im Bach zwischen diesen Seen. G e t a: Dånö-träsk, Isaksö-träsk, Hängsträsk, Hagesörträsk, Löknäspotten, Fagnästräsk, Timmerträsk, Östergeta Byträsk, Höckböle-träsk, Munträsk. J o m a l a: Degerbergsfjärden. S a l t v i k: Toböle-träsk, Strömma-Tjänan, Åsgårda-Tjänan, Långbergsöda-Tjänan, Långsjö, Lavsböle-träsk, Kvarnbo-träsk, Kvarnboström, Kvarnsjö, Mora-träsk, Askar-träsk, Mösjö, Sonröda-träsk. S u n d: Gästerby-Tjänan, Björby-träsk, Kvärsjö, Sibby Storträsk, Östra-Kyrksundet,



Träsket. L e m l a n d: Storvikträsk, Marsö-träsk, Herröskatan, Nätö, Eskskär, der Tümpel auf Ärtronklobben, Nyhamnslandet. L u m p a r l a n d: Krogstad. V ä r d ö: Vargata-träsk, Norr-Granö. K u m l i n g e: Seglinge Käringträsk, Gloholm, Långsund. B r ä n d ö: Hullberga Notskär, Brändskär, Fiskö-träsk, Labbholm.

*C. punctulatum* var. *subpunctulatum* (Nordst.) Börg. — Bei den Bestimmungen habe ich im Allgemeinen diese Form von der Hauptform nicht getrennt; oft findet man Übergangsformen. — F i n s t r ö m: Bjärströmträsk.

*C. pygmaeum* Arch. — E c k e r ö: Kirchdorf. S a l t v i k: Åsgårda-Tjänan. S u n d: Träsket. L e m l a n d: Storvikträsk, Gloet, Nätö Hemviken. V ä r d ö: Bergöholm.

*C. pyramidatum* Bréb. — Charakteristisch für *Sphagnum*-Moore. E c k e r ö: Signilskär, Storby, Kirchdorf. H a m m a r l a n d: Djäkenböle-träsk. F i n s t r ö m: Ämnäs, Pettböle. G e t a: Dänö-träsk, Hängsträsk, Hagesörträsk, Löknäspotten, Ruddammen, Lillträsk. S a l t v i k: Toböle-träsk, Bertby-Tjänan, Långbergsöda, Långbergsöda-Tjänan, Långsjö, Kvarnsjö. S u n d: Gästerby-Tjänan, Strömbolstad. L e m l a n d: Nyhamnslandet. K u m l i n g e: Seglinge Käringträsk und Tümpel in der Nähe des östlichen Hafens. B r ä n d ö: Brändskär, Lappo.

*C. quadratum* (Gay) De Toni. — In verschiedenartigen Gewässern. G e t a: Rankoskär, Hängsträsk, Timmerträsk, Lillträsk. L e m l a n d: Storträsk, Nätö, Björkö. B r ä n d ö: Brändskär. S o t t u n g a: Rödgrund. K ö k a r: Österbygge Högholma.

*C. quadratum* Ralfs. — Allgemein in verschiedenartigen Gewässern. E c k e r ö: Signilskär, Västra-Insjön, Örfjärden. Storby, Torp Lassas, Lill-Fladan, Överby Insjön, Marby Träsket, Björnhuvud. H a m m a r l a n d: Djäkenböle-träsk. F i n s t r ö m: Tjudö Svartträsk. G e t a: Dänö-träsk, Isaksö-träsk, Hängsträsk, Hagesörträsk, Löknäspotten, Gröndalsträsk, Timmerträsk, Lillträsk, Östergeta Byträsk, Norra-Finviken, Munträsk. S a l t v i k: Toböle-träsk, Strömma-Tjänan, Åsgårda-Tjänan, Åsgårda-träsk, Långbergsöda-Tjänan, Långsjö, Lavsböle-träsk, Kvarnbo-träsk, Bast-Tjänan, Kvarnsjö, im Ausflussbach vom Kvarnsjö. S u n d: Gästerby-Tjänan, Sibby Storträsk und Lillträsk, Pottin. L e m l a n d: Storvikträsk, Herröskatan, Eskskär, Nyhamnslandet. K u m l i n g e: Långsund. B r ä n d ö: Brändskär, Fiskö-träsk (Ausfluss), Lappo. K ö k a r: Bergskär.

*C. quadratum* var. *angustatum* W. West & G. S. West. — S a l t v i k: Toböle-träsk. S u n d: Kvärsjö.

*C. Quadrum* Lund. — In eutrophen Gewässern. E c k e r ö: Storby. J o m a l a: Katthavet. S a l t v i k: Toböle-träsk. S u n d: Pottin. L e m l a n d: Norrby. B r ä n d ö: Lappo.

*C. Quadrum* var. *sublatum* (Nordst.) W. & G. S. West. — E c k e r ö: Lill-Fladan.

*C. quinarium* Lund. — *Sphagnum*-Sümpfe. G e t a: Löknäspotten, Timmerträsk.

*C. Raciborskii* Lagerh. (Übereinstimmung mit der Abbildung in MIGULA 1907). — Sümpfe. E c k e r ö: Signilskär. G e t a: Timmerträsk, Lillträsk. S u n d: Pottin. K u m l i n g e: Långsund.

*C. Ralfsii* Bréb. — Sümpfe. G e t a: Bräkräsk. S a l t v i k: Långbergsöda.

*C. Ralfsii* var. *montanum* Racib. — Sumpf. S a l t v i k: Långbergsöda.

*C. rectangulare* Grun. — Potamogeton-Seen. Eckerö: Örfjärden. Finström: Bjärströmstråk. Sund: Sibby Stortråk.

*C. rectangulare* var. *cambreuse* (Turn.) West & G. S. West. — Geta: Nors-tråk.

*C. Regnellii* Wille. — In verschiedenartigen Gewässern. Eckerö: Signilskär Heligman und Kaparskär. Saltvik: Åsgårda-Tjänan. Lemland: Nätö Hemviken, der Tümpel auf Ärtronklobben (forma). Brändö: Fiskö, Brändö.

\* *C. Regnesi* Reinsch. — Kumlinge: Der Tümpel an der Dampferbrücke.

*C. Regnesi* var. *montanum* Schmidle. — Saltvik: Lavsböle-tråk. Lemland: Stortråk. Kumlinge: Långsund.

*C. reniforme* (Ralfs) Arch. — In verschiedenartigen Gewässern. Eckerö: Stor-Fladan, Kirchdorf, Överby-Insjön. Hammarland: Trutviktråk, Västmyra-tråk. Finström: Skabbö Holmtråk, Bjärströmstråk, Stortråk, Vandö Örtråk, Finbacka-tråk, Tjudö Stortråk. Geta: Dånö-tråk, Hängstråk, Hagesörtråk, Löknäspotten, Gröndalstråk, Timmertråk, Östergeta Bytråk, Norstråk, Norra-Finviken, Muntråk. Saltvik: Toböle-tråk, Åsgårda-Tjänan, Långsjö, Lavsböle-tråk, Kvarnbo-tråk, Kvarnsjö, Askar-tråk, Mösjö. Sund: Östra-Kyrksundet, Hulta, Träsket. Lemland: Norrby, Stortråk, Grundfjärden, Herröskatan, Getskär, Björkö, Nyhamnslandet. Kumlinge: Seglinge Käringtråk, Långsund.

\* *C. repandum* Nordst. — Geta: Dånö-tråk.

*C. retusifolium* (Wille) Gutw. — Geta: Lilltråk. Sund: Sibby Lilltråk.

*C. retusum* (Perty) Rabenh. Länge 42  $\mu$ . — Sumpf. Geta: Lilltråk.

\* *C. Schmidlei* West (= *C. rectangulum* Schmidle) (s. SCHMIDLE 1894 und WEST 1895). — Sumpf. Geta: Lilltråk.

*C. sexangulare* Lund. — Geta: Östergeta Bytråk.

*C. sexangulare* f. *minima* Nordst. — Finström: Grelsby (Tümpel). Brändö: Brändskär (Tümpel).

\* *C. smolandicum* Lund. — Saltvik: Lavsböle-tråk, Kvarnbo-tråk.

*C. speciosum* Lund. — Geta: Norra-Finviken. Saltvik: Dalstråk.

*C. speciosum* var. *biforme* Nordst. — Eckerö: Stor-Fladan.

*C. speciosum* var. *Rostafinskii* (Gutw.) W. West & G. S. West. — Saltvik: Kvarnsjö.

*C. sphagnicolum* West & G. S. West. — Sund: Hulta. Brändö: Brändskär. Kökar: Bergskär.

*C. striolatum* Näg. (s. HOLMFELDT 1929). — In eutrophen Gewässern. Eckerö: Torp Lassas, Överby Insjön. Geta: Gröndalstråk. Saltvik: Kvarnbo-tråk. Sund: Pottin.

*C. subcostatum* Nordst. — In eutrophen Gewässern. Eckerö: Signilskär Enskärstråk, Örfjärden. Saltvik: Wasseransammlung am Friedhof, Mösjö. Sund: Helsingkrok, Västra Kyrksundet. Lemland: Grundfjärden. Kumlinge: Långsund. Brändö: Lappo.

*C. subcostatum* f. *minor* West & G. S. West. — Sund: Sibby Stortråk.

*C. subcrenatum* Hantzsch. — Finström: Grelsby. Kumlinge: Enskär.

*C. subcucumis* Schmidle. — Geta: Hängstråk, Fagnästråk, Lilltråk. Saltvik: Långbergsöda-Tjänan. Lemland: Ärtskär.

*C. subimpressulum* Borge (BORGE 1894). — Finström: Grelsby (Tümpel). Geta: Ruddammen, Lilltråk.

*C. subochthodes* Schmidle (= *C. cymatopleurum* Nordst. var. *tyrolicum* Nordst., s. SCHMIDLE 1895). — Sümpfe. Eckerö: Storby, Holmträsk. Hammarland: Djäkenböle-träsk. Geta: Lillträsk. Lemland: Björkö, Nyhamnslandet.

\* *C. subprotumidum* Nordst. — Allgemein in den Potamogeton-Seen. Eckerö: Signilskär Enskärsträsk und Kaparskär. Finström: Längsjö, Finbacka-träsk, Brännerträsk, Stallhagsträsk, Godby-träsk. Geta: Dånö-träsk, Ruddammen, Norsträsk, Östergeta Byträsk, Norra-Finviken, Munträsk. Saltvik: Åsgårda-träsk, Lavsböle-träsk, Kvarnbo-träsk, Mora-träsk, Mösjö, Sonröda-träsk. Sund: Björby-träsk. Lemland: Nätö, Getskär. Vårdö: Vargata-träsk. Kökar: Karlby Oppsjön.

*C. subprotumidum* var. *Gregorii* (Roy & Biss.) W. & G. S. West. — Lemland: Nätö.

*C. subrectangulare* Gutw. (s. GRÖNBLAD 1924). — Sümpfe. Geta: Lillträsk. Saltvik: Toböle-träsk.

*C. subspeciosum* Nordst. — Geta: Dånö-träsk. Saltvik: Kvarnsjö.

*C. subtumidum* Nordst. — In verschiedenartigen Gewässern. Eckerö: Signilskär Heligman, Östra-Insjön, Örfjärden, Storby, Marby. Finström: Bjärströmsträsk, Finbacka-träsk, Brinkträsk. Geta: Dånö-träsk, Hängsträsk, Bråkräsk, Hagesörträsk, Fagnästräsk, Ruddammen, Östergeta Byträsk, Norra-Finviken. Saltvik: Toböle-träsk, Åsgårda-Tjänan, Åsgårda-träsk, Bertby-Tjänan, Långbergsöda-Tjänan, Längsjö, Bast-Tjänan, Kvarnsjö, Askar-träsk. Sund: Gåsterby-Tjänan, Björby-träsk, Pottin, Västra-Kyrksundet. Lemland: Norrby, Grundfjärden. Kumlinge: Kumlinge.

*C. subtumidum* var. *Klepsii* (Gutw.) West & G. S. West. — Tümpel. Kökar: Bergskär.

*C. subundulatum* Wille. — Sümpfe. Hammarland: Djäkenböle-träsk. Geta: Löknäspotten, Timmerträsk, Lillträsk. Kumlinge: Seglinge Kåringträsk.

*C. sulcatum* Nordst. — Geta: Gröndalsträsk, Timmerträsk. Sund: Träsket.

\* *C. taxichondriforme* Eichl. & Gutw. — Saltvik: Åsgårda-Tjänan.

*C. tetraophthalmum* Bréb. — In verschiedenartigen Gewässern allgemein, charakteristisch für die Algenvegetation der Braunmoore. Eckerö: Signilskär Enskärsträsk, Östra-Insjön, Örfjärden, Storby, Torp Lassas, Stor-Fladan, Överby Insjön, Marby Träsket, Björnhuvud. Hammarland: Västmyrsträsk, Djäkenböle-träsk. Finström: Bjärströmsträsk, Storträsk, Vandö Örträsk, Finbacka-träsk. Geta: Dånö-träsk, Isaksö-träsk, Löknäspotten, Ruddammen, Gröndalsträsk, Timmerträsk, Lillträsk, Östergeta Långträsk, Häggviken, Norra-Finviken, Munträsk. Jomala: Degerbergsfjärden, Katt-havet. Saltvik: Norrträsk, Toböle-träsk, Strömma-Tjänan, Åsgårda-Tjänan, Åsgårda-träsk, Långbergsöda-Tjänan, Längsjö, Lavsböle-träsk, Kvarnbo-träsk, Askar-träsk, Mösjö. Sund: Gåsterby-Tjänan, Sibby Lillträsk, Pottin, Västra-Kyrksundet, Träsket. Lemland: Norrby, Storträsk, Grundfjärden, Storträsk, Herröskatan, Nätö, Eskskär, Björkö, Nyhamnslandet. Lumparland: Västerträsk. Vårdö: Norr-Granö. Kumlinge: Kumlinge Långsund und der Tümpel an der Dampferbrücke, Kalskär. Brändö: Brändskär, Lappo.

*C. tinctum* Ralfs. — In verschiedenartigen Gewässern (meistens Sümpfe). Eckerö: Storby, Holmträsk. Hammarland: Djäkenböle-träsk. Geta:

Hängstråk, Timmertråk. Sund: Hulta. Brändö: Hullberga Notskär, Brändskär, Fiskö-tråk (Ausfluss), Lappo.

*C. trachyleurum* Lund. — Sumpf. Geta: Lilltråk.

*C. trachyleurum* var. *minus* Racib. — Brändö: Fiskö-tråk (Ausfluss).

*C. tuddalense* Ström (s. STRÖM 1919, vgl. auch GRÖNBLAD 1924). — Sümpfe. Eckerö: Signilskär. Geta: Lilltråk. Saltvik: Toböle-tråk.

*C. tumidum* Lund. — Saltvik: Lavsböle-tråk.

*C. turgidum* Bréb. — Charakteristisch für die Braunmoore. Eckerö: Signilskär Hauptinsel und Enskärstråk, Örfjärden. Finström: Finbacka-tråk. Geta: Timmertråk, Lilltråk, Häggviken. Jomala: Kattahavet. Saltvik: Toböle-tråk, Strömma-Tjänan, Åsgårda-Tjänan. Sund: Pottin. Lemland: Nyhamnslandet. Lumparland: Västertråk. Kumlinge: Långsund. Brändö: Brändskär.

*C. Turpinii* Bréb. — Potamogeton-Seen. Finström: Prästråk. Geta: Östergeta Bytråk, Norra-Finviken, Bolstaholmstråk. Saltvik: Toböle-tråk, Askar-tråk. Sund: Björby-tråk, Östra-Kyrksundet, Trasket.

*C. Turpinii* var. *eximium* W. & G. S. West. — Eutrophe Gewässer. Finström: Bjärströmstråk, Ämnäs. Geta: Norstråk. Saltvik: Toböle-tråk. Sund: Björby-tråk, Östra-Kyrksundet. Kökar: Karlby Oppsjön.

*C. Turpinii* var. *podolicum* Gutw. — Potamogeton-Seen. Hammarland: Trutviktråk. Geta: Norstråk, Höckböle-tråk. Saltvik: Lavsböle-tråk, Kvarnbo-tråk.

*C. undulatum* Corda. — Sund: Gästerby-Tjänan. Lemland: Stortråk.

*C. Ungerianum* (Näg.) De Bary. — Eckerö: Torp Lassas. Lemland: Storviktråk. Brändö: Lappo.

\* *C. variolatum* Lund. — Geta: Fagnästråk. Saltvik: Glosholms-tråk.

*C. venustum* (Bréb.) Arch. — In verschiedenartigen Gewässern. Eckerö: Storby, Kirchdorf. Hammarland: Djäkenböle-tråk. Finström: Ämnäs, Pettböle. Geta: Hagesörtråk, Löknäspotten, Lilltråk. Jomala: Södersunda. Saltvik: Strömma-Tjänan, Åsgårda-Tjänan, Långbergsöda, Kvarnsjö. Sund: Hulta. Kökar: Bergskär (eine Form mit einer Warze am Isthmus und 1—2 scrobiculae in der Mitte).

*C. venustum* var. *excavatum* (Eichl. & Gutw.) West (s. GRÖNBLAD 1921). — Saltvik: Långbergsöda-Tjänan.

\* *C. vogesiacum* Lemaire (LEMAIRE 1882, S. 18). — Saltvik: Kvarnsjö.

\* *C. Wittrockii* Schmidle var. *quasidepressum* Skuja (SKUJA 1928). — Scheint für die Potamogeton-Seen charakteristisch zu sein. Eckerö: Lillfladan. Hammarland: Persängstråk. Finström: Vandö Örtråk. Geta: Muntråk. Jomala: Degerbergsfjärden. Saltvik: Lavsböle-tråk. Sund: Trasket. Lemland: Storviktråk.

*C. zonatum* Lund. — Sümpfe. Geta: Timmertråk, Lilltråk.

*Xanthidium aculeatum* Ehrenb. — In verschiedenartigen Gewässern. Eckerö: Signilskär Heligman. Lumparland: Klemetsby. Vårdö: Klubben. Brändö: Fiskö-tråk (Ausfluss).

*X. antilopaeum* (Bréb.) Kütz. — Allgemeine Art, in verschiedenartigen Gewässern. Eckerö: Signilskär, Torp Lassas. Geta: Dånö-tråk, Isaksö-tråk, Hängstråk, Hagesörtråk, Löknäspotten, Timmertråk, Norra-



Finviken, Munträsk. Saltvik: Toböle-träsk, Strömma-träsk, Strömma-Tjänan, Åsgårda-Tjänan, Åsgårda-träsk, Långbergsöda-Tjänan, Kvarnbo-träsk, Bast-Tjänan, Kvarnsjö. Sund: Pottin, Hulta, Träsket. Lemland: Störvikträsk, Nätskärträsk, Björkö, Nyhamnslandet. Kumlinge: Seglinge Käringträsk, Långsund. Brändö: Lappo.

*X. antilopaeum* var. *polymazum* Nordst. — Saltvik: Kvarnbo-träsk.

*X. antilopaeum* var. *dimazum* Nordst. (s. GRÖNBLAD 1921). — Saltvik: Toböle-träsk, Långbergsöda-Tjänan, Lavsböle-träsk, Askar-träsk, Sonröda-träsk.

*X. antilopaeum* var. *basiorum* Eichl. & Racib. (s. GRÖNBLAD 1921). — Geta: Lillträsk.

*X. antilopaeum* var. *laeve* Schmidle. — Geta: Lillträsk.

*X. antilopaeum* var. *crameri* Grönb. (GRÖNBLAD 1921). — Geta: Lillträsk.

*X. antilopaeum* var. *ornatum* Anderss. (s. GRÖNBLAD 1921). — Eckerö: Signilskär Heligman, Storby. Geta: Lillträsk. Brändö: Brändskär. Sottunga: Rödgrund.

*X. armatum* (Bréb.) Rabenh. — Charakteristisch für *Sphagnum*-Moore. Eckerö: Storby, Holmträsk, Kirchdorf, Marby. Geta: Dånö-träsk, Bråkräsk, Löknåspotten, Svartträsk, Timmerträsk, Lillträsk, Norra-Finviken. Jomala: Södersunda. Saltvik: Åsgårda-Tjänan, Bertby-Tjänan, Långbergsöda-Tjänan, Bast-Tjänan. Sund: Gästerby-Tjänan, Strömbolstad, Hulta. Vårdö: Bergöholm. Kumlinge: Seglinge Tümpel in der Nähe des östlichen Hafens, Kumlinge. Brändö: Koskenpää Söderholm.

*X. cristatum* Bréb. — In verschiedenartigen Gewässern. Eckerö: Signilskär der See auf Enskär. Geta: Hängsträsk, Lillträsk. Saltvik: Lavsböle-träsk, Kvarnbo-träsk. Sund: Pottin. Lemland: Nätö, Slåtskär. Brändö: Brändskär.

*X. fasciculatum* Ehrenb. — In verschiedenartigen Gewässern. Eckerö: Signilskär der See auf Enskär, Torp Lassas (accessorische Stacheln an dem Stachelpaar an der Basis). Lemland: Nätö, Eskskär. Lumparland: Västerträsk. Brändö: Fiskö-träsk. Kökar: Österbygge Högholma.

*X. smithii* Arch. — Sumpf. Geta: Lillträsk.

*X. tetracentrotum* Wille var. *protuberans* W. & G. S. West. — Sund: Björby-träsk.

*Arthrodesmus bifidus* Bréb. — Eckerö: Holmträsk. Geta: Timmerträsk, Lillträsk. Saltvik: Glosholmsträsk, Åsgårda-Tjänan. Brändö: Brändskär.

*A. bifidus* var. *latidivergens* West. — Geta: Lillträsk.

*A. Bulnheimii* Racib. — Kleine Wasseransammlungen. Finström: Pettböle. Kumlinge: Seglinge Tümpel in der Nähe des östlichen Hafens.

*A. Bulnheimii* var. *subincus* W. & G. S. West. — Moore. Eckerö: Kirchdorf. Geta: Timmerträsk, Lillträsk. Saltvik: Glosholmsträsk. Sund: Gästerby-Tjänan.

*A. convergens* Ehrenb. — In verschiedenartigen Gewässern. Eckerö: Storby, Torp Lassas, Holmträsk. Hammarland: Djäkenböle-träsk. Geta: Lillträsk. Saltvik: Åsgårda-Tjänan, Kvarnbo-ström. Sund: Gästerby-Tjänan, Pottin, Hulta, Träsket. Lemland: Störvikträsk, Störträsk, Nätö, Eskskär, Ärtronklobben Björkö, Nyhamnslandet. Kumlinge: Seglinge Käringträsk, Kalskär. Brändö: Fiskö-träsk (Ausfluss), Lappo. Sottunga: Gloskär, Rödgrund. Kökar: Österbygge Högholma.

*A. Incus* (Bréb.) Hass. — In verschiedenartigen Gewässern. Eckerö: Signilskär Heligman. Finström: Bränneriträsk, Pettböle. Geta: Svartträsk. Jomala: Södersunda. Saltvik: Åsgårda-Tjänan, Lavsböle-träsk, Kvarnsjö. Sund: Hulta. Lemland: Storträsk. Kumlinge: Kumlinge. Brändö: Koskenpää Söderholm, Lappo. Sottunga: Rödgrund.

*A. Incus* f. *minor* W. & G. S. West. — Eckerö: Kirchdorf. Geta: Lillträsk. Saltvik: Långbergsöda-Tjänan. Lemland: Gloet. Sottunga: Rödgrund.

*A. Incus* var. *extensus* Andersson (s. BORGE 1931 und SMITH 1924). — Hammarland: Persängsträsk. Finström: Vandö Örtträsk, Pettböle. Saltvik: Kvarnsjö. Sund: Gästerby-Tjänan. Lemland: Ärttrunklobben, Ärtskär.

*A. Incus* var. *Ralfsii* W. & G. S. West. — Geta: Timmerträsk. Saltvik: Bertby-Tjänan. Sund: Gästerby-Tjänan. Lemland: Ärtskär.

*A. octocornis* Ehrenb. — In verschiedenartigen Gewässern, allgemein in *Sphagnum*-Mooren. Eckerö: Signilskär Heligman, Kirchdorf. Finström: Ämnäs, Möträsk. Geta: Isaksö-träsk, Dånö-träsk, Hängsträsk, Fagernäs-träsk, Ruddammen, Södra-Finviken, Munträsk. Jomala: Södersunda. Saltvik: Toböle-träsk, Åsgårda-Tjänan, Lavsböle-träsk, Kvarnbo-träsk. Sund: Gästerby-Tjänan, Hulta. Vårdö: Bergholm. Brändö: Brändskär, Fiskö, Lappo. Sottunga: Rödgrund.

*A. octocornis* f. *impar* Jacobs. — Saltvik: Kvarnbo-träsk.

*A. tenuissimus* Arch. — Eckerö: Signilskär Heligman. Lemland: Gloet.

*A. triangularis* Lagerh. — Eckerö: Signilskär Heligman. Lemland: Ärtskär. Sottunga: Rödgrund.

\* *Staurastrum aciculiferum* (West) Anders. — In verschiedenartigen Gewässern, allgemein in *Sphagnum*-Mooren. Saltvik: Långbergsöda-Tjänan. Sund: Gästerby-Tjänan. Lemland: Nätö. Vårdö: Bergöholm, Norr-Granö. Brändö: Granö. Kökar: Karlby, Österbygge Högholma.

*St. aculeatum* (Ehrenb.) Menegh. — Eckerö: Storby. Geta: Lillträsk. Sund: Hulta. Lemland: Björkö. Brändö: Fiskö-träsk (Ausfluss). Kökar: Österbygge Högholma.

*St. alternans* Bréb. — In verschiedenartigen, aber vorzugsweise in eutrophen Gewässern. Eckerö: Östra-Insjön, Örfjärden, Holmträsk. Finström: Bjärströmsträsk, Vandö Örtträsk, Prästträsk, Tjudö Svartträsk. Saltvik: im Ausflussbach des Kvarnsjö. Lemland: Stortvikträsk, Herröskatan, Nätö. Vårdö: Vargata-träsk. Kumlinge: Långsund. Brändö: Brändskär, Fiskö-träsk (Ausfluss), Björnholma. Kökar: Bergskär.

*St. anatinum* Cooke & Wills. — In Seen und Tümpeln, eine Planktonart. Geta: Munträsk. Saltvik: Kvarnbo-träsk, Bast-Tjänan. Lemland: Eskskär (Tümpel). Kumlinge: Seglinge Käringträsk. Brändö: Fiskö-träsk.

*St. anatinum* var. *curtum* G. M. Smith (s. SMITH 1924). — Saltvik: Lavsböle-träsk.

*St. apiculatum* Bréb. — In verschiedenartigen Gewässern. Eckerö: Signilskär Heligman, Torp Lassas. Hammarland: Persängsträsk, Djäkenböle-träsk. Geta: Lillträsk. Saltvik: Toböle-träsk. Lemland: Ärtskär. Kumlinge: Seglinge Tümpel in der Nähe des östlichen Hafens.

*St. Arachne* Ralfs. — In Dy- und Lobelia-Seen, charakteristisch für *Sphag-*

num-Moore. Geta: Hängstråk, Timmertråk, Lilltråk. Saltvik: Bertby-Tjänan, Långsjö, Kvarnsjö. Sund: Gästerby-Tjänan. Brändö: Brändskär.

*St. Arcticon* (Ehr.) Lund. — Geta: Timmertråk, Lilltråk. Saltvik: Lavsböle-tråk.

*St. asperatum* Grönl. (GRÖNBLAD 1920). Sumpf. — Geta: Lilltråk.

*St. aversum* Lund. — Sumpf. Geta: Bråkråk.

*St. avicula* Bréb. — In verschiedenartigen Gewässern. Eckerö: Signilskär Heligman, Överby Insjön. Geta: Lilltråk, Södra-Finviken, Muntråk. Saltvik: Bertby-Tjänan, Lavsböle-tråk, Kvarnbo-tråk, Askar-tråk. Sund: Sibby Lilltråk, Pottin. Kumlinge: Långsund. Brändö: Brändskäi, Fiskö-tråk (Ausfluss), Lappo.

*St. avicula* var. *subarcuatum* (Wolle) West. — Tümpel. Kumlinge: Gloholm.

\* *St. Bieneanum* Rabenh. — Tümpel. Sottunga: Gloskär.

\* *St. boreale* W. & G. S. West. — Sumpf. Geta: Lilltråk.

*St. brachiatum* Ralfs. — Allgemein in *Sphagnum*-Mooren, aber auch an anderen Standorten. Eckerö: Signilskär Heligman, Örfjärden. Geta: Timmertråk. Saltvik: Åsgårda-Tjänan, Bertby-Tjänan. Sund: Gästerby-Tjänan, Hulta. Vårdö: Bergöholm. Brändö: Koskenpää Söderholm.

\* *St. brachioprominens* Börg. var. *Archerianum* Bohlén (s. BOHLÉN 1901). — Geta: Östergeta Bytråk. Saltvik: Lavsböle-tråk.

*St. Brebissonii* Arch. — In verschiedenartigen Gewässern, allgemein in Braunmooren. Eckerö: Signilskär Heligman, Örfjärden, Torp Lassas. Hammarland: Västmyra-tråk. Finström: Tjudö Svarttråk. Geta: Östergeta Bytråk, Norstråk. Saltvik: Toböle-tråk, Långbergsöda, Kolmila-tråk. Sund: Pottin. Lemland: Nätö. Lumparland: Västertråk. Vårdö: Klubben. Brändö: Hullberga Notskär, Fiskö-tråk (Ausfluss). Kökar: Bergskär.

*St. brevispinum* Bréb. — In verschiedenartigen Gewässern. Geta: Lilltråk. Saltvik: Långbergsöda-Tjänan, Kvarnbo-tråk. Lemland: Ärtronklobben. Lumparland: Västertråk. Vårdö: Norr-Granö. Brändö: Lappo.

*St. cerastes* Lund. — Sümpfe. Eckerö: Kirchdorf. Geta: Timmertråk.

*St. Clevei* (Witt.) Roy & Biss. — Sümpfe. Eckerö: Kirchdorf. Geta: Lilltråk.

*St. connatum* (Lund) Roy & Biss. — Geta: Lilltråk. Saltvik: Bertby-Tjänan. Sund: Hulta. Lemland: Ärtskär. Sottunga: Rödgrund.

*St. controversum* Bréb. — Eckerö: Signilskär Heligman. Kumlinge: Seglinge Käringtråk. Sottunga: Rödgrund.

\* *St. cosmospinosum* (Börg.) West. — Felsentümpel. Föglö: Bänö.

*St. crenulatum* (Näg.) Delp. — Meistens in eutrophen, aber auch in dystrophen Gewässern. Eckerö: Signilskär Enskärstråk, Västra-Insjön, Överby Insjön. Finström: Bjärströmstråk, Vandö Örttråk, Bränneritråk. Geta: Hängstråk, Löknäspotten, Lilltråk, Bolstaholmstråk. Sund: Gästerby-Tjänan, Tranviktråk. Lemland: Herröskatan, Nätö Hemviken, Nyhamnslandet. Vårdö: Vargata-tråk. Brändö: Brändskär.

*St. cristatum* (Näg.) Arch. — Eckerö: Örfjärden, Torp Lassas. Hammarland: Djäkenböle-tråk. Geta: Lilltråk. Sund: Pottin. Kökar: Bergskär.

\* *St. cumbricum* West. — K ö k a r: Österbygge Högholma.

*St. curvatum* West. — G e t a: Munträsk.

*St. cuspidatum* Bréb. — In verschiedenartigen Gewässern (in mehreren Potamogeton-Seen). E c k e r ö: Västra-Insjön, Kirchdorf. H a m m a r l a n d: Långträsk. F i n s t r ö m: Vandö Örtträsk. G e t a: Hängsträsk, der See N von Ruddammen, Lillträsk, Östergeta Byträsk, Munträsk. S a l t v i k: Toböleträsk, Lavsböle-träsk, Kvarnbo-träsk, Askar-träsk. S u n d: Björby-träsk, Östra-Kyrksundet. L e m l a n d: Storvikträsk, Grundfjärden. K u m l i n g e: Seglinge Käringträsk. B r ä n d ö: Brändskär.

*St. dejectum* Bréb. (nach SMITH 1924). — In verschiedenartigen Gewässern. E c k e r ö: Signilskär Enskärsträsk, Torp Lassas. G e t a: Hängsträsk, Lillträsk. S a l t v i k: Glosholmsträsk. L e m l a n d: Norrby, Grundfjärden, Storträsk, Nätö, Björkö, Nyhamnslandet. B r ä n d ö: Hullberga Notskär, Brändskär, Fiskö-träsk (Ausfluss), Björnholma, Koskenpää Söderholm, Lappo. S o t t u n g a: Gloskär, Rödgrund. K ö k a r: Karlby, Österbygge Högholma.

*St. dejectum* var. *patens* Nordst. — G e t a: Lillträsk, Munträsk. K u m l i n g e: Gloholm. B r ä n d ö: Fiskö-träsk (Ausfluss).

*St. dejectum* var. *inflatum* West. — Sumpf. B r ä n d ö: Lappo.

*St. Dickiei* Ralfs. — G e t a: Gröndalsträsk, Lillträsk. S a l t v i k: Glosholmsträsk, Toböle-träsk, Lavsböle-träsk, Kvarnbo-ström. S o t t u n g a: Gloskär (Felsentümpel).

*St. Dickiei* var. *circularis* Turn. — S a l t v i k: Åsgårda-Tjänan.

*St. dilatatum* Ehrenb. — Allgemein in verschiedenartigen Gewässern. E c k e r ö: Signilskär Enskärsträsk, Torp Lassas. H a m m a r l a n d: Djäkenböle-träsk. F i n s t r ö m: Bjärströmsträsk, Finbacka-träsk, Möträsk. G e t a: Isaksö-träsk, Timmerträsk, Lillträsk, Häggviken. S a l t v i k: Toböle-träsk, Bertby-Tjänan, Kvarnbo-träsk, Kvarnbo-ström, Kolmila-träsk. S u n d: Potin, Helsingkrok, Tranvikträsk. L e m l a n d: Norrby, Marsö-träsk, Eskskär, Slätskär, Årtronklobben, Ärtskär, Fjärdskär, Nyhamnslandet. V å r d ö: Klubben. K u m l i n g e: Seglinge Käringträsk und Tümpel in der Nähe des östlichen Hafens, Snäckö, Gloholm, Kumlinge Långsund und der Tümpel an der Dampferbrücke, Enskär, Borgskärshäran. B r ä n d ö: Brändskär, Labbholm, Fiskö-träsk (Ausfluss), Lappo. S o t t u n g a: Rödgrund. K ö k a r: Karlby Oppsjön, Österbygge Högholma.

*St. dimazum* (Lüt.) Grönb. (s. GRÖNBLAD 1920). — G e t a: Hängsträsk, Lillträsk. S a l t v i k: Toböle-träsk.

*St. disputatum* W. & G. S. West. — G e t a: Timmerträsk. L e m l a n d: Nyhamnslandet.

*St. disputatum* var. *extensum* (Borge) W. & G. S. West. — L u m p a r l a n d: Västerträsk.

*St. disputatum* var. *sinense* (Lüt.) W. & G. S. West. — S a l t v i k: Långbergsöda-Tjänan, Kvarnsjö. B r ä n d ö: Brändskär.

\* *St. Duacense* W. & G. S. West. — Sumpf. E c k e r ö: Storby.

\* *St. elongatum* Barker. — Sümpfe. G e t a: Bräkträsk. S a l t v i k: Långbergsöda.

*St. erasum* Bréb. — S a l t v i k: Askar-träsk.

*St. forficulatum* Lund. — Sümpfe. E c k e r ö: Storby, Torp Lassas, Holmträsk, Kirchdorf. G e t a: Timmerträsk, Lillträsk.



*St. furcatum* (Ehr.) Bréb. — Sümpfe. Geta: Löknäspotten, Timmerträsk. Brändö: Lappo.

*St. furcigerum* Bréb. — In eutrophen Gewässern. Saltvik: Toböle-träsk, Kvarnbo-träsk. Lemland: Storvikträsk, Grundfjärden, Herröskatan, Nätö, Ärttronklobben. Kumlinge: Kumlinge der Tümpel an der Dampferbrücke. Sottunga: Gloskär. Kökar: Österbygge Högholma.

*St. furcigerum* f. *armigera* (Bréb.) Nordst. — Geta: Lillträsk, Östergeta Byträsk. Lemland: Nätö, Ärttronklobben.

\* *St. glabrum* (Ehr.) Ralfs. — Carex-Tümpel. Kumlinge: Enskär.

*St. gladiosum* Turn. Länge 74 und Breite 76  $\mu$  ohne Stacheln. — Saltvik: Åsgårda-Tjänan.

*St. gracile* Ralfs (nach SMITH 1924). — Allgemein in verschiedenartigen Gewässern, im Plankton der Potamogeton-Seen. Eckerö: Örfjärden. Finström: Brandsböle-träsk, Långsjö, Möträsk. Geta: Ruddammen, Östergeta Byträsk, Höckböle-träsk. Jomala: Dalkarby-träsk. Saltvik: Toböle-träsk, Bertby-Tjänan, Långsjö, Lavsböle-träsk, Syllöda-träsk, Mösjö, Sonröda-träsk. Sund: Gästerby-Tjänan, Björby-träsk, Pottin, Västra- und Östra-Kyrksundet. Lemland: Ärttronklobben. Kumlinge: Seglinge Käringträsk, Lilla Kvarnskär. Brändö: Brändskär, Koskenpää Söderholm, Fiskö-träsk, Lappo. Kökar: Österbygge Högholma.

*St. gracile* var. *nanum* Wille. — Geta: Hängsträsk. Lumparland: Västerträsk.

*St. grillatorium* Nordst. var. *miedzyrzeczense* Eichler. — Sumpf. Geta: Lillträsk.

*St. grande* Bulnh. — Sumpf. Geta: Lillträsk.

*St. granulosum* (Ehrenb.) Ralfs. — Geta: Norra-Finviken. Vårdö: Norr-Granö.

\* *St. Haaboeliense* Wille. — Kumlinge: Seglinge Tümpel in der Nähe des östlichen Hafens.

\* *St. Hantschii* Reinsch (s. REINSCH 1867). — Sumpf. Geta: Lillträsk.

*St. hexacerum* (Ehr.) Wittr. — In verschiedenartigen Gewässern. Finström: Grelsby. Geta: Lillträsk, Östergeta Byträsk, Norra-Finviken. Saltvik: Tistronörn, Långbergsöda-Tjänan. Lemland: Nätö, Lågskär Österkleppen. Lumparland: Västerträsk. Kumlinge: Gloholm. Brändö: Fiskö-träsk (Ausfluss).

*St. hirsutum* (Ehrenb.) Bréb. — In verschiedenartigen Gewässern. Eckerö: Signilskär Heligman. Saltvik: Långbergsöda. Sund: Sandviken. Lemland: Nätö. Vårdö: Bergöholm. Brändö: Lappo.

*St. Hystrix* Ralfs. — Finström: Pettböle. Geta: Lillträsk, Munträsk. Jomala: Södersunda.

*St. Hystrix* var. *pannonicum* Lütke. (LÜTKEMÜLLER 1900). — Sümpfe. Geta: Bråkrträsk. Saltvik: Långbergsöda.

*St. inconspicuum* Nordst. — In dystrophen und oligotrophen Gewässern. Finström: Pettböle. Geta: Hängsträsk, Timmerträsk, Lillträsk. Jomala: Södersunda. Saltvik: Gloholmsträsk, Åsgårda-Tjänan, Kvarnsjö. Lemland: Ärtskär. Brändö: Brändskär. Sottunga: Rödgrund.

\* *St. inflexum* Bréb. — In verschiedenartigen Gewässern. Eckerö: Storby. Hammarland: Djäkenböle-träsk. Finström: Prästräsk.

Geta: Timmerträsk. Saltvik: Åsgårda-Tjänan, Bertby-Tjänan, Bast-Tjänan. Lemland: Grundfjärden, Storträsk, Nätö. Kumlinge: Seglinge Karingträsk. Brändö: Brändskär, Lappo. Sottunga: Rödgrund. Kökar: Bergskär.

*St. iotantum* Wolle. — Finström: Pettböle. Brändö: Brändskär. Kökar: Österbygge Högholma.

*St. irregulare* West. — Dystrophe Gewässer. Geta: Timmerträsk, Lillträsk.

*St. jaculiferum* West. — Geta: Timmerträsk. Saltvik: Kvarnsjö. Brändö: Hullberga Notskär.

*St. Johnsonii* W. & G. S. West. (nach SMITH 1924). — Dystrophe Gewässer. Geta: Löknäspotten, Timmerträsk, Lillträsk.

\* *St. lapponicum* (Schmidle) Grönl. (s. GRÖNBLAD 1926). — In verschiedenartigen Gewässern. Geta: Dånö-träsk, Hängsträsk, Löknäspotten, Lillträsk. Saltvik: Askar-träsk. Sund: Hulta.

\* *St. laeve* Ralfs. — Geta: Lillträsk. Saltvik: Kvarnsjö. Lemland: Grundfjärden.

*St. longiradiatum* W. & G. S. West (nach SMITH 1924). — Saltvik: Toböle-träsk, Askar-träsk. Sund: Björby-träsk.

*St. longispinum* (Bail.) Arch. — Sümpfe. Geta: Timmerträsk, Lillträsk.

*St. lunatum* Ralfs. — In verschiedenartigen Gewässern. Eckerö: Storby. Saltvik: Långsjö, Mora-träsk, Askar-träsk. Sund: Kvärsjö, Borgsjö, Hulta. Kumlinge: Lilla Kvarnskär. Brändö: Brändskär, Lappo.

*St. lunatum* var. *planctonicum* W. & G. S. West. — Im Plankton eines Potamogeton-Sees. Saltvik: Sonröda-träsk.

*St. maamense* Arch. — Dystrophe Gewässer. Geta: Timmerträsk, Lillträsk. Saltvik: Glosholmsträsk.

*St. Manfeldtii* Delp. — In verschiedenartigen Gewässern. Hammarland: Persängsträsk. Geta: Hängsträsk, Fagnästräsk. Saltvik: Toböle-träsk, Åsgårda-Tjänan, Lavsböle-träsk. Brändö: Fiskö-träsk (Ausfluss).

*St. margaritaceum* (Ehrenb.) Menegh. — In verschiedenartigen, aber vor allem in dystrophen Gewässern. Eckerö: Signilskär Heligman und der See auf Enskär, Storby, Torp Lassas, Felsentümpel am E-Ufer von Stor-Fladan. Geta: Hängsträsk, Timmerträsk, Lillträsk. Saltvik: Bredholm, Bertby-Tjänan, Långbergsöda-Tjänan, Lavsböle-träsk. Sund: Gästerby-Tjänan, Helsingkrok. Lemland: Storträsk, Grundfjärden, Storträsk, Gloet, Eskskär, Slätskär, Björkö, Fjärdskär, Nyhamnslandet. Kumlinge: Kumlinge Långsund und der Tümpel an der Dampferbrücke, Lilla Kvarnskär. Brändö: Brändskär, Koskenpää Söderholm, Lappo. Sottunga: Rödgrund. Kökar: Österbygge Högholma.

*St. margaritaceum* var. *coronulatum* West. — Sumpf. Geta: Lillträsk.

*St. megacanthum* Lund. — Planktonart in den Potamogeton-Sees. Saltvik: Toböle-träsk, Långsjö, Lavsböle-träsk, Mora-träsk, Sonröda-träsk. Brändö: Fiskö-träsk.

*St. megacanthum* var. *scoticum* W. & G. S. West. — Geta: Lillträsk.

\* *St. micron* West. — Wasseransammlung. Finström: Pettböle.

*St. monticulosum* Bréb. — Sund: Hulta, Helsingkrok. Kumlinge: Seglinge Tümpel in der Nähe des östlichen Hafens.

*St. mucronatum* Ralfs. — Lemland: Der Tümpel auf Ärtronklobben, Tümpel auf Nyhamnslandet.

*St. muricatum* Bréb. — Weissmoor. Saltvik: Bertby-Tjänan.

*St. muticum* Bréb. — In verschiedenartigen Gewässern. Hammarland: Västmyra-träsk. Geta: Timmerträsk, Lillträsk. Saltvik: Glosholmsträsk. Lemland: Eskskär, Slätskär. Lumparland: Klemetsby. Brändö: Fiskö-träsk, Lappo.

*St. natator* West. — Moore. Geta: Löknäspotten. Saltvik: Glosholmsträsk.

\* *St. neglectum* G. S. West. — Sumpf. Geta: Lillträsk.

*St. oligacanthum* Bréb. var. *podlachicum* (Eichl. et Gutw.) West (s. EICHLER et GUTWINSKI 1895 und GRÖNBLAD 1920). — Sümpfe. Eckerö: Storby. Geta: Lillträsk.

*St. oligacanthum* var. *incisum* West. — Brändö: Fiskö-träsk. Kökar: Bergskär.

\* *St. O'Mearii* Arch. — Geta: Lillträsk. Kökar: Bergskär.

*St. orbiculare* Ralfs. — In verschiedenartigen Gewässern. Eckerö: Torp Lassas. Lemland: Ärtskär. Brändö: Björnholma. Sottunga: Gloskär.

*St. orbiculare* var. *depressum* Roy & Biss. — In verschiedenartigen Gewässern. Eckerö: Torp Lassas. Finström: Vandö Örtträsk. Geta: Dånö-träsk, Hängsträsk, Östergeta Byträsk. Saltvik: Åsgårda-Tjänan, Långsjö, Lavsböle-träsk. Sund: Gästerby-Tjänan. Lemland: Norrby, Störvikträsk, Grundfjärden, Storträsk, Herröskatan, Nätö, Björkö. Kumlinge: Långsund. Brändö: Brändskär, Fiskö-träsk (Ausfluss), Lappo. Kökar: Bergskär.

*St. orbiculare* var. *hibernicum* W. & G. S. West. — Geta: Häggviken. Kumlinge: Seglinge Kåringträsk. Brändö: Brändskär, Fiskö-träsk (Ausfluss). Sottunga: Gloskär.

*St. orbiculare* var. *Ralfsii* W. & G. S. West. — Eckerö: Signilskär der See auf Enskär. Finström: Storträsk.

*St. oxyacanthum* Arch. — In verschiedenartigen Gewässern. Eckerö: Signilskär Enskärsträsk. Geta: Timmerträsk, Lillträsk. Sund: Hulta. Lemland: Ärtskär, Björkö. Kumlinge: Kumlinge der Tümpel an der Dampferbrücke.

*St. oxyacanthum* var. *polyacanthum* Nordst. — Länge mit den Fortsätzen 86  $\mu$ , Breite ohne Stacheln 76  $\mu$ . — Geta: Hängsträsk.

*St. paradoxum* Meyen (nach SMITH 1924). — Saltvik: Lavsböle-träsk. Sund: Borgsjö, Hulta.

*St. paradoxum* var. *longipes* Nordst. — Geta: Hängsträsk, Timmerträsk.

*St. paradoxum* var. *parvum* West. — Eckerö: Kirchdorf. Geta: Timmerträsk, Bolstaholmsträsk. Saltvik: Kvarnsjö.

*St. polymorphum* Bréb. — In verschiedenartigen Gewässern. Eckerö: Signilskär Hauptinsel und Heligman, Storby. Hammarland: Persängsträsk, Långträsk. Geta: Rankoskär, Dånö-träsk, Isaksö-träsk, Ruddammen, Timmerträsk, Lillträsk, Östergeta Byträsk. Jomala: Södersunda. Saltvik: Glosholmsträsk, Åsgårda-Tjänan, Kvarnsjö, Askar-träsk. Sund: Gästerby-Tjänan. Lemland: Störvikträsk, Herröskatan, Nätö, Slätskär, Ärtronklobben, Ärtskär, Björkö, Lågsjär Storlandet. Vårdö: Norr-Granö. Kumlinge: Snäckö, Långsund. Brändö: Hullberga Notskär, Brändskär, Björnholma, Lappo. Sottunga: Gloskär, Rödgrund. Kökar: Karlby, Bergskär.

*St. polytrichum* Perty. — E c k e r ö: Storby, Felsentümpel am E-Ufer von Stor-Fladan. F i n s t r ö m: Finbacka-träsk. G e t a: Löknäspotten, Lillträsk. B r ä n d ö: Fiskö-träsk (Ausfluss).

*St. pseudopelagicum* W. & G. S. West. — Im Plankton der Potamogeton-Seen. H a m m a r l a n d: Långträsk. G e t a: Östergeta Byträsk. S a l t v i k: Toböle-träsk, Lavsböle-träsk.

*St. pseudosebaldii* Wille (WILLE 1880, s. auch BÖRGESEN 1901). — E c k e r ö: Holmträsk. S a l t v i k: Toböle-träsk, Åsgårda-Tjänan, Lavsböle-träsk. B r ä n d ö: Fiskö-träsk (Ausfluss).

*St. pseudosebaldii* var. *simplicius* West. — E c k e r ö: Signilskär Heligman. G e t a: Norsträsk.

*St. pseudotetracerum* (Nordst.) West. — E c k e r ö: Storby. G e t a: Timmerträsk. S u n d: Hulta. L e m l a n d: Nyhamnslandet.

*St. pteroporum* Lund. — Tümpel. L e m l a n d: Björkö.

*St. punctulatum* Bréb. — In kleineren Gewässern und an einem feuchten Felsen. E c k e r ö: Signilskär Kaparskär, Kirchdorf. F i n s t r ö m: Grelsby. S a l t v i k: Feuchter Felsen am W-Ufer von Långbergsöda-vik. L e m l a n d: Kobbaklintar, Lågskär Österkleppen. B r ä n d ö: Hullberga Notskär, Lappo.

*St. pungens* Bréb. — B r ä n d ö: Fiskö-träsk (Ausfluss).

*St. quadrangulare* Bréb. — Sumpf. G e t a: Lillträsk.

\**St. quadricornutum* Roy & Biss (ROY & BISS 1886). — Sumpf. G e t a: Lillträsk.

*St. Renardii* Reinsch (s. REINSCH 1866). — Sumpf. G e t a: Lillträsk.

\**St. rugulosum* Bréb. — F i n s t r ö m: Skabbö Holmträsk.

*St. saxonicum* Bulnh. — Sumpf. G e t a: Lillträsk.

*St. scabrum* Bréb. — Charakteristisch für *Sphagnum*-Moore. E c k e r ö: Storby. S a l t v i k: Toböle-träsk, Åsgårda-Tjänan, Bertby-Tjänan. S u n d: Gåsterby-Tjänan. L e m l a n d: Gloet.

*St. Sebaldii* Reinsch. — Moore. E c k e r ö: Storby. G e t a: Löknäspotten, Lillträsk.

*St. Sebaldii* var. *productum* W. & G. S. West. — Sumpf. G e t a: Lillträsk.

*St. setigerum* Cleve. — G e t a: Löknäspotten. S u n d: Hulta. K u m l i n g e: Seglinge Tümpel in der Nähe des östlichen Hafens.

*St. sexangulare* (Bulnh.) Lund. — Sümpfe. G e t a: Löknäspotten, Timmerträsk, Lillträsk.

*St. sexangulare* var. *crassum* Turn. (s. GRÖNBLAD 1920). — Sumpf. G e t a: Löknäspotten.

*St. sexcostatum* Bréb. — In verschiedenartigen Gewässern. E c k e r ö: Signilskär Heligman, Torp Lassas. G e t a: Lillträsk. S a l t v i k: Långbergsöda, Kolmila-träsk. S u n d: Helsingkrok. L u m p a r l a n d: Klemetsby. V å r d ö: Bergöholm. K u m l i n g e: Seglinge Tümpel in der Nähe des östlichen Hafens.

*St. Simonyi* Heimerl. — *Sphagnum*-Moore. H a m m a r l a n d: Djäkenböle-träsk. S a l t v i k: Långbergsöda, Långbergsöda-Tjänan. L e m l a n d: Gloet. B r ä n d ö: Lappo.

*St. spongiosum* Bréb. — In verschiedenartigen Gewässern. E c k e r ö: Signilskär Heligman, Örfjärden. K u m l i n g e: Seglinge Tümpel in der Nähe des östlichen Hafens. B r ä n d ö: Hullberga Notskär, Fiskö-träsk (Ausfluss). S o t t u n g a: Rödgrund.



*St. subavicula* W. & G. S. West. — Geta: Timmerträsk. Saltvik: Glosholmsträsk, Bertby-Tjänan. Sottunga: Rödgrund.

*St. subpygmaeum* West. — Tümpel. Lemland: Nyhamnslandet.

\* *St. subscabrum* Nordst. — Sümpfe. Geta: Timmerträsk. Saltvik: Långbergsöda-Tjänan.

*St. teliferum* Ralfs. — In verschiedenartigen Gewässern, besonders in *Sphagnum*-Mooren. Eckerö: Signilskär Heligman und Enskärsträsk. Hammarland: Djäkenböle-träsk. Finström: Pettböle. Geta: Dånö-träsk, Hängsträsk, Löknaspotten, Gröndalsträsk, Timmerträsk, Lillträsk, Norra-Finviken, Munträsk. Saltvik: Glosholmsträsk, Åsgårda-Tjänan, Bertby-Tjänan, Kvarnbo-träsk, Bast-Tjänan, Kvarnsjö. Sund: Hulta. Lemland: Grundjården, Storträsk, Ärtronklobben, Årtskär, Björkö, Nyhamnslandet. Kumlinge: Seglinge Kåringträsk. Brändö: Brändskär, Fiskö, Lappo. Sottunga: Rödgrund. Kökar: Österbygge Högholma.

*St. telraceum* Ralfs. — In verschiedenartigen Gewässern. Eckerö: Signilskär Enskärsträsk, Torp Lassas, Holmträsk. Hammarland: Djäkenböleträsk. Finström: Vandö Örtträsk, Bränneritträsk. Geta: Hängsträsk, Ruddammen, Timmerträsk, Lillträsk, Bolstaholmsträsk, Munträsk. Saltvik: Åsgårda-Tjänan, Bertby-Tjänan, Kvarnsjö. Sund: Pottin, Hulta. Lemland: Storträsk, Nätö Hemviken, Nyhamnslandet. Vårdö: Norr-Granö. Kumlinge: Seglinge Kåringträsk, Långsund. Brändö: Brändskär.

*St. Tohopekaligense* Wolle. — Saltvik: Långbergsöda-Tjänan.

*St. Tohopekaligense* var. *trifurcatum* W. & G. S. West. — Sumpf. Geta: Lillträsk.

*St. tumidum* Bréb. — Eckerö: Signilskär Enskärsträsk. Sund: Hulta. Lumparland: Klemetsby. Kumlinge: Seglinge Tümpel in der Nähe des östlichen Hafens.

*St. vestitum* Ralfs. — In verschiedenartigen Gewässern. Eckerö: Signilskär, Storby, Holmträsk. Geta: Hängsträsk, Bråkräsk, Hagesörtträsk, Timmerträsk. Saltvik: Bertby-Tjänan. Sund: Pottin, Hulta. Lemland: Nyhamnslandet. Kumlinge: Kumlinge der Kleinsee an der Dampferbrücke. Brändö: Lappo.

\* *Cosmocladium tumidum* Johnson (1895). — Sümpfe. Eckerö: Kirchdorf. Geta: Timmerträsk.

*Sphaerosoma excavatum* Ralfs. — Geta: Lillträsk. Sund: Sibby Lillträsk.

*Sph. excavatum* var. *subquadratum* W. & G. S. West. — Saltvik: Strömme-Tjänan.

*Sph. granulatum* Roy & Biss. — Eine sehr allgemeine Art, in verschiedenartigen Gewässern. Eckerö: Signilskär Heligman und Enskärsträsk, Storby, Kirchdorf, Överby Insjön. Finström: Vandö Örtträsk, Pettböle. Geta: Hängsträsk, Timmerträsk, Lillträsk, Östergeta Byträsk, Norsträsk. Saltvik: Glosholmsträsk, Toböle-träsk, Åsgårda-Tjänan, Långsjö, Lavsböle-träsk, Kvarnbo-träsk. Sund: Gästerby-Tjänan, Sibby Storträsk, Pottin, Hulta, Östra-Kyrksundet. Lemland: Storträsk, Ärtronklobben. Kumlinge: Seglinge Kåringträsk, Långsund. Brändö: Brändskär, Fiskö-träsk (Ausfluss), Lappo. Sottunga: Gloskär. Kökar: Karlby.

*Sph. vertebratum* (Bréb.) Ralfs. — In verschiedenartigen Gewässern. Geta: Lillträsk. Sund: Kvarnsjö, Pottin. Lemland: Slåtskär, Ärtronklobben.

Kumlinge: Kumlinge Tümpel an der Dampferbrücke. Brändö: Brändskär.

*Onychonema filiforme* (Ehrenb.) R. & B. — In verschiedenartigen Gewässern. Eckerö: Holmträsk. Geta: Gröndalsträsk, Timmerträsk, Lillträsk. Saltvik: Glosholmsträsk. Brändö: Brändskär, Lappo. Sottunga: Rödgrund.

\* *O. laeve* Nordst. — Sumpf. Geta: Lillträsk.

*O. laeve* var. *micranthum* Nordst. (NORDSTEDT 1880). — Sumpf. Geta: Lillträsk.

*Spondylosium planum* (Wolle) W. & G. S. West. — Saltvik: Askar-träsk.

*Sp. pulchellum* Arch. — Eckerö: Signilskär Heligman. Geta: Rankoskär. Saltvik: Bertby-Tjänan. Lemland: Ärtskär. Brändö: Korsö. Sottunga: Rödgrund.

*Hyalotheca dissiliens* (Sm.) Bréb. — Eine sehr allgemeine Art, in verschiedenartigen Gewässern. Eckerö: Signilskär Hauptinsel und Heligman sowie der See auf Enskär, Storby, Torp Lassas, Kirehdorf, Marby Träsket. Hammarland: Persängsträsk. Finström: Finbacka-träsk, Pettböle. Geta: Hängsträsk, Timmerträsk, Östergeta Byträsk. Saltvik: Bertby-Tjänan, Långbergsöda, Låvsböle-träsk, Kvarnbo-träsk, der Ausflussbach des Kvarnsjö, Kolmila-träsk. Sund: Gästerby-Tjänan, Hulta, Västra-Kyrksundet, Östra-Kyrksundet. Lemland: Störvikträsk, Grundfjärden, Storträsk, Nätö, Ärtronklobben, Fjärdsjär, Nyhamnslandet. Lumparland: Klemetsby. Vårdö: Klubben. Kumlinge: Enskär, Lilla Kvarnskär. Brändö: Brändskär, Fiskö-träsk, Brändö, Korsö. Sottunga: Gloskär, Rödgrund. Kökar: Karlby, Bergskär.

*H. dissiliens* var. *minor* Delp. — Sumpf. Lemland: Björkö.

*H. dissiliens* var. *tatrica* Racib. — Sümpfe. Saltvik: Långbergsöda. Brändö: Koskenpää Söderholm.

*H. mucosa* (Mert.) Ehrenb. — Eckerö: Signilskär Heligman, Marby Träsket. Geta: Hängsträsk, Löknäspotten, Lillträsk, Norsträsk, Munträsk. Saltvik: Åsgårda-Tjänan, Långsjö, Kvarnbo-träsk, Kvarnsjö. Sund: Gästerby-Tjänan, Hulta, Östra-Kyrksundet. Lemland: Störvikträsk. Kumlinge: Seglinge Käringsträsk.

*H. undulata* Nordst. — In dystrophen und oligotrophen Gewässern. Eckerö: Kirchdorf. Geta: Hängsträsk, Timmerträsk, Lillträsk. Saltvik: Åsgårda-Tjänan, Långsjö, Kvarnsjö. Vårdö: Norr-Gränö.

*Desmidium aptogonum* Bréb. — Eckerö: Torp Lassas. Geta: Timmerträsk, Lillträsk, Östergeta Byträsk.

*D. aptogonum* var. *Ehrenbergii* Kütz. — Sumpf. Geta: Lillträsk.

*D. asymmetricum* Grönbl. (s. GRÖNBLAD 1920). — Sümpfe. Eckerö: Storby, Holmträsk. Geta: Timmerträsk.

*D. Baileyi* (Ralfs) De Bary (s. RALFS 1848). — Sumpf. Geta: Lillträsk.

*D. Baileyi* var. *coelatum* (Kirchn.) Nordst. (s. GRÖNBLAD 1921). — Lehm-tümpel. Kumlinge: Kumlinge.

\* *D. graciliceps* (Nordst.) Lagerh. — Sumpf. Geta: Timmerträsk.

*D. Grevillei* (Kütz.) De Bary. — In verschiedenartigen Gewässern. Eckerö: Signilskär Hauptinsel und Enskärsträsk, Storby, Marby Träsket. Hammarland: Djäkenböle-träsk. Geta: Rankoskär, Hängsträsk, Timmerträsk, Lillträsk. Saltvik: Toböle-träsk, Kvarnbo-träsk. Sund: Hulta.

L e m l a n d: Ärtronklobben, Björkö. K u m l i n g e: Seglinge Kåringträsk und Tümpel in der Nähe des östlichen Hafens. B r ä n d ö: Lappo. S o t t u n g a: Rödgrund.

*D. pseudostreptonema* W. & G. S. West. — Tümpel. L e m l a n d: Nyhamnslandet.

*D. pseudostreptonema* f. *elliptica*. — G e t a: Lillträsk.

*D. pseudostreptonema* f. *triquetra*. — G e t a: Lillträsk.

*D. Swartzii* Ag. — In verschiedenartigen Gewässern, allgemein in den Potamogeton-Seen. E c k e r ö: Signilskär Hauptinsel und Heligman sowie Enskärträsk, Storby, Torp Lassas, Holmträsk, Marby Träsket. H a m m a r l a n d: Fasjö-träsk. F i n s t r ö m: Finbacka-träsk. G e t a: Hängsträsk, Rudammen, Timmerträsk, Lillträsk, Östergeta Byträsk, Norra-Finviken. S a l t v i k: Toböle-träsk, Strömma-Tjänan, Kvarnbo-träsk, Kolmila-träsk. S u n d: Gästerby-Tjänan, Hulta, Östra-Kyrksundet. L e m l a n d: Störvikträsk, Grundfjärden, Storträsk, Nätö, Eskskär, Ärtronklobben, Nyhamnslandet. K u m l i n g e: Seglinge Fjärden und Kåringträsk, Kumlinge der Tümpel an der Dampferbrücke, Lilla Kvarnsjär. B r ä n d ö: Brändskär, Fiskö-träsk (Ausfluss), Brändö, Lappo. S o t t u n g a: Mosshaga Rödgrund. K ö k a r: Österbygge Högholma, Bergskär.

*D. Swartzii* var. *amblyodon* (Itz.) Rabenh. — S a l t v i k: Åsgårda-Tjänan.

*Bambusina Borreri* (Ralfs) Cleve (= *Gymnozyga moniliforme* Ehrenb.). — In verschiedenartigen Gewässern, aber vorzugsweise in *Sphagnum*-Mooren. E c k e r ö: Signilskär Heligman, Storby, Holmträsk, Marby, Björnhuvud. F i n s t r ö m: Pettböle. G e t a: Hängsträsk, Bråkräsk, Hagesörträsk, Löknäspotten, Timmerträsk, Lillträsk. J o m a l a: Södersunda. S a l t v i k: Toböle-träsk, Bertby-Tjänan, Långbergsöda, Långbergsöda-Tjänan, Kvarnbo-träsk, der Ausflussbach des Kvarnsjö. S u n d: Gästerby-Tjänan, Pottin, Hulta. L e m l a n d: Årtskär, Nyhamnslandet. V ä r d ö: Bergöholm. K u m l i n g e: Seglinge Kåringträsk, Kumlinge. B r ä n d ö: Koskenpää Söderholm, Granö, Lappo. S o t t u n g a: Rödgrund. K ö k a r: Karlby.

### Rhodophyceae.

#### *Bangieæ.*

*Asterocystis ramosa* (Thwaites) Gobi. — In Potamogeton-Seen. F i n s t r ö m: Skabbö Holmträsk, Prästträsk. G e t a: Höckböle-träsk. S a l t v i k: Toböle-träsk.

#### *Florideæ*<sup>1)</sup>.

*Batrachospermum Dillenii* Bory. — L e m l a n d: Störviken (V. Korvenkontio).

*B. moniliforme* Roth. — Kleine Wasserläufe. G e t a: Im Ausflussbach des Timmerträsk. S u n d: Bomarsund (Graben). L e m l a n d: Im Ausflussgraben des Sees Störviken (V. Korvenkontio).

<sup>1)</sup> Alle hier aufgezählten Florideen-Funde mit Ausnahme derjenigen von Geta Svartträsk und Saltvik Bertby-Tjänan (*Batrachospermum vagum*) finden wir bei SKUJA 1933. SKUJA hat die Bestimmungen ausgeführt.

*B. pyramidale* Sirod. — In eutrophen Gewässern. Eckerö: Storby (H. Lindberg), Torp Lassas, Överby Insjön. Geta: Gröndal (R. Hult), Östergeta Byträsk, Höckböle-träsk (V. Korvenkontio). Saltvik: Borghoda-träsk. Lumparland: Västerträsk.

*B. vagum* (Roth.) Ag.  $\beta$  *keratophyllum* (Bory) Sirod. — In den Dy- und Lobe-lia-Seen. Geta: Bräkträsk, Sägkvarnträsk (V. Korvenkontio), Svartträsk. Saltvik: Bertby-Tjänan, Kvarnsjö. Sund: Gästerby-Tjänan.

*Lemanea fluviatilis* (Dillw.) C. Ag. — Bach. Saltvik: Kvarnbo-ström.

## Cyanophyceae.

### Chroococcales.

*Microcystis aeruginosa* Kütz. — Allgemein im Plankton der Potamogeton-Seen. Eckerö: Signilskär der See auf Enskär, Örfjärden, Överby Insjön. Hammarland: Långträsk. Finström: Skabbö Holmträsk, Bjärströmsträsk. Geta: Dånö-träsk, Östergeta Byträsk, Norsträsk, Bolstaholms-träsk. Jomala: Dalkarby-träsk, Kungsö-fjärden. Saltvik: Toböle-träsk, Långsjö, Syllöda-träsk, Mösjö. Sund: Björby-träsk, Högbolstad-träsk. Lemland: Lemböte Byträsk, Storträsk.

*M. elabens* Kütz. — In verschiedenartigen Gewässern. Eckerö: Signilskär die Hauptinsel und der See auf Enskär, Västra-Insjön, Östra-Insjön, Örfjärden, Lill-Fladan. Hammarland: Persängsträsk. Finström: Bjärströmsträsk, Koträsk, Vandö Örtträsk, Långsjö. Geta: Dånö-träsk, Hagesör-träsk, der See N von Ruddammen, Timmerträsk, Lillträsk, Häggviken, Munträsk. Saltvik: Strömma-Tjänan, Långbergsöda-Tjänan, Långsjö, Kolmila-träsk. Lemland: Norrby, Nyhamnslandet. Brändö: Fiskö-träsk. Sottunga: Gloskär.

*M. flos aquae* (Witt.) Kirchn. — Im Plankton der Potamogeton-Seen. Finström: Koträsk, Brandsböle-träsk. Geta: Häggviken, Bolstaholmsträsk. Saltvik: Lavsböle-träsk. Lemland: Nätö Hemviken und kleinere Wasseransammlung.

*M. pulvereae* (Wood) Forti. — Vorzugsweise in eutrophen Gewässern. Hammarland: Persängsträsk. Finström: Bjärströmsträsk. Saltvik: Toböle-träsk, Långbergsöda-Tjänan. Lemland: Nätö Hemviken, Slätskär. Lumparland: Västerträsk.

*Aphanocapsa elachista* W. & G. S. West. — In verschiedenartigen Gewässern. Hammarland: Långträsk. Finström: Pettböle Lillträsk, Möträsk. Geta: Dånö-träsk, Lillträsk. Saltvik: Långsjö. Sund: Tjurnäs-träsk.

*A. elachista* var. *conferta* W. & G. S. West. — Eckerö: Enskärsträsk. Saltvik: Strömma-Tjänan.

*A. elachista* var. *irregularis* Boye-Petersen. — Sottunga: Drakö.

*A. Grevillei* (Hass.) Rabenh. — Geta: (ENWALD 1904).

*A. muscicola* (Menegh.) Wille. — Felsentümpel. Saltvik: Ekholm.

*A. pulchra* (Kütz.) Rabenh. — Geta: Rankoskär, Dånö-träsk, Häggviken. Hammarland: Lervik.

*Aphanothece Castagnei* (Bréb.) Rabenh. — In verschiedenartigen Gewässern, im Schlamm der Seen. Hammarland: Persängsträsk. Finström:



Brandsböle-träsk. Geta: Dånö-träsk, Östergeta Byträsk, Norra-Finviken. Saltvik: Kvarnsjö, Kolmila-träsk. Sund: Träsket. Lemland: Eskskär. Brändö: Labbholm.

*A. microscopica* Näg. — In verschiedenartigen Gewässern, häufig im Uferschlamm der Seen. Eckerö: Signilskär, Storby, Torp Lassas, Holmträsk, Lill-Fladan, Björnhuvud. Hammarland: Fasjö-träsk, Trutvikträsk, Persängsträsk, Djäkenböle-träsk, Långträsk. Finström: Bjärströmsträsk, Pettböle Lillträsk. Geta: Dånö-träsk, Isaksö-träsk, Lillträsk, Östergeta Byträsk, Norsträsk, Häggviken, Norra-Finviken, Munträsk. Saltvik: Dalsträsk, Glosholmsträsk, Toböle-träsk, Strömma-Tjänan, Åsgårda-Tjänan, Långsjö, Kvarnbo-träsk, Bast-Tjänan, Kvarnsjö. Sund: Gasterby-Tjänan, Sibby Storträsk, Pottin, Östra-Kyrksundet, Träsket. Lemland: Storträsk, Grundfjärden, Storträsk, Eskskär, Ärtronklobben, Björkö, Nyhamnslandet. Vårdö: Norr-Granö. Kumlinge: Seglinge Karingträsk, Långsund, Kalskär, Lilla Kvarnskär. Brändö: Brändskär, Labbholm, Björnholma, Lappo.

*A. microspora* (Menegh.) Rabenh. — Geta: Dånö-träsk. Lemland: Storträsk. Kumlinge: Långsund.

*A. nidulans* P. Richt. — Finström: Bjärströmsträsk. Saltvik: Kvarnbo-träsk. Lemland: Der Tümpel auf Ärtronklobben.

*A. pallida* (Kütz.) Rabenh. — Saltvik: Orrdalsklint (Höhle). Kumlinge: Lilla Kvarnskär (Felsentümpel).

*A. saxicola* Näg. — In verschiedenartigen Gewässern. Eckerö: Västra-Insjön, Stor-Fladan, Överby Insjön, Marby Inre-Träsket. Hammarland: Lillfjärden, Trutvikträsk, Persängsträsk. Finström: Storträsk, Vandö Örtträsk, Pettböle Lillträsk, Möträsk. Geta: Lillträsk, Östergeta Byträsk, Häggviken. Jomala: Kungsö-fjärden. Saltvik: Toböle-träsk, Strömma-Tjänan, Ekholm, Åsgårda-Tjänan, Långsjö, Bast-Tjänan. Sund: Pottin, Träsket. Lemland: Norrby, Grundfjärden, Storträsk, Eskskär, Björkö, Fjärdskär, Nyhamnslandet. Kumlinge: Seglinge Karingträsk, Lilla Kvarnskär. Brändö: Brändskär, Björnholma. Sottunga: Rödgrund.

*A. stagnina* (Spreng.) A. Br. — Ein allgemeiner Planktont in den Potamogeton-Seen. Eckerö: Stor-Fladan, Överby-Insjön. Hammarland: Lillfjärden. Finström: Prästräsk, Finbacka-träsk. Geta: Östergeta Byträsk, Norsträsk, Bolstaholmsträsk, Höckböle-träsk. Jomala: Katthavet. Saltvik: Toböle-träsk. Sund: Pottin. Lemland: Nätö Hemviken, Kobbaklinter Österlandet. Vårdö: Vargata-träsk.

*Gloeocapsa magma* (Bréb.) Hollerbach emend. — Feuchte Felsen. Saltvik: Felsen am W-Ufer der Bucht Långbergsöda-vik. Sund: Felsen am Gasterby-Tjänan.

*Gloeotheca rupestris* (Lyngb.) Bornet var. *maxima* W. West. — Seen. Hammarland: Trutvikträsk. Saltvik: Åsgårda-Tjänan, Kvarnbo-träsk.

*Chroococcus dispersus* (Keissl.) Lemm. — In verschiedenartigen Gewässern, aber vorzugsweise im Plankton der Potamogeton-Seen. Eckerö: Signilskär Heligman, Örfjärden. Hammarland: Lillfjärden, Långträsk. Geta: Dånö-träsk, Östergeta Byträsk, Höckböle-träsk. Saltvik: Toböle-träsk, Åsgårda-Tjänan, Långsjö, Kolmila-träsk. Lemland: Lemböte Byträsk, Grundfjärden, Nätö Hemviken, Nyhamnslandet. Brändö: Brändskär, Lappo.

*Chr. limneticus* Lemm. — Im Plankton der Potamogeton-Seen. Eckerö: Överby Insjön. Hammarland: Långträsk. Finström: Skabbö

Holmträsk, Bjärströmsträsk, Brandsböle-träsk. J o m a l a: Dalkarby-träsk. Saltvik: Långsjö. Sund: Östra-Kyrksundet, Träsket. Lemland: Lemböte Byträsk, Storträsk.

*Chr. minutus* (Kütz.) Näg. — In verschiedenartigen Gewässern. E c k e r ö: Östra-Insjön, Överby Insjön. H a m m a r l a n d: Djäkenböle-träsk. F i n s t r ö m: Storträsk. G e t a: Svartträsk, Östergeta Byträsk. Saltvik: Åsgårda-Tjänan, Tistronörn, Tengsöda Botsvik. Sund: Gästerby-Tjänan, Kastelholm (ENWALD 1904). V å r d ö: Norr-Granö. K u m l i n g e: Snäckö. B r ä n d ö: Labbholm, Fiskö-träsk (Ausfluss), Koskenpää Söderholm.

\* *Chr. schizodermaticus* W. West. — G e t a: Dånö-träsk.

\* *Chr. tenax* (Kirchn.) Hieron. — Tümpel. L e m l a n d: Norrby.

*Chr. turgidus* (Kütz.) Näg. — Eine sehr allgemeine Art, in verschiedenartigen Gewässern. E c k e r ö: Signilskär die Hauptinsel und Heligman sowie der See auf Enskär, Västra-Insjön, Östra-Insjön, Örfjärden, Storby, Torp Lassas, Holmträsk, Stor-Fladan, Lill-Fladan, Överby Insjön, Marby, Björnhuvud. H a m m a r l a n d: Lillfjärden, Trutvikträsk, Persängsträsk, Djäkenböle-träsk. F i n s t r ö m: Skabbö Holmträsk, Bjärströmsträsk, Långsjö, Tjudö Svartträsk. G e t a: Dånö-träsk, der See N von Ruddammen, Timmerträsk, Lillträsk, Häggviken. J o m a l a: Södersunda, Kungsö-fjärden. S a l t v i k: Toböle-träsk, Strömma-Tjänan, Bertby-Tjänan, Tistronörn Kalkhällarna, Långbergsöda, Långbergsöda-Tjänan, Långsjö, Kvarnbo-träsk, Bast-Tjänan, Kvarnsjö, Kolmila-träsk, Syllöda-träsk, Mösjö. S u n d: Gästerby-Tjänan, Kastelholm (ENWALD 1904), Pottin, Helsingkrok. L e m l a n d: Grundfjärden, Storträsk, Gloet, Nätö, Eskskär, Slätskär, Björkö, Nyhamnslandet. L u m p a r l a n d: Västerträsk. V å r d ö: Norr-Granö. K u m l i n g e: Seglinge Tümpel in der Nähe des östlichen Hafens, Enskär. B r ä n d ö: Brändskär, Koskenpää Söderholm. K ö k a r: Karlby, Österbygge Högholma, Bergskär.

*Gomphosphaeria aponina* Kütz. — Im Plankton der Potamogeton-Seen. E c k e r ö: Östra-Insjön, Örfjärden, Torp Lassas, Överby Insjön, Björnhuvud. H a m m a r l a n d: Lervik, Fasjö-träsk, Lillfjärden, Långträsk. F i n s t r ö m: Vandö Örträsk, Pettböle, Lillträsk, Möträsk, Tjudö Svartträsk. G e t a: Dånö-träsk, Häggviken. S a l t v i k: Strömma-Tjänan. S u n d: Pottin, Tranvikträsk. L e m l a n d: Norrby, Grundfjärden, Marsö-träsk, Nätskärsträsk, Eskskär, Slätskär, Lågskär Storlandet. L u m p a r l a n d: Västerträsk. K u m l i n g e: Snäckö.

*G. lacustris* Chodat. — Planktonart, besonders in eutrophen Gewässern. E c k e r ö: Örfjärden, Storby, Överby Insjön. F i n s t r ö m: Storträsk, Brandsböle-träsk, Långsjö. G e t a: Dånö-träsk, Löknaspotten, Östergeta Byträsk, Häggviken?, Höckböle-träsk, Munträsk. S a l t v i k: Toböle-träsk, Långsjö. S u n d: Sibby Storträsk, Pottin, Östra-Kyrksundet. L e m l a n d: Norrby, Storträsk, Nätö. S o t t u n g a: Gloskär.

*G. lacustris* var. *compacta* Lemm. — B r ä n d ö: Björnholma.

*Coelosphaerium Kützianum* Näg. — Im Plankton verschiedenartiger Gewässer. H a m m a r l a n d: Trutvikträsk, Djäkenböle-träsk, Långträsk. F i n s t r ö m: Skabbö Holmträsk, Bjärströmsträsk, Brännerträsk, Möträsk. G e t a: Isaksö-träsk, Östergeta Byträsk, Häggviken, Norra-Finvinen, Bolstaholms-träsk. J o m a l a: Kungsö-fjärden, Katthavet. S a l t v i k: Norrträsk, Strömma-Tjänan, Lavsböle-träsk, Kvarnbo-träsk, Kvarnsjö. S u n d: Björby-träsk, Pottin, Östra-Kyrksundet. V å r d ö: Vargata-träsk.

*C. Naegelianum* Ung. — Im Plankton verschiedenartiger Gewässer, am häufigsten in eutrophen Gewässern. Eckerö: Signilskär, Örfjärden, Storby, Lill-Fladan, Överby Insjön, Marby Inre-Träsket. Hammarland: Fasjö-träsk, Persängsträsk, Västmyra-träsk. Finström: Skabbö Holmträsk, Långsjö, Brännerträsk, Tjudö Svartträsk. Geta: Hängsträsk, Gröndalsträsk, Lillträsk, Östergeta Byträsk und Långträsk, Häggviken, Munträsk. Jomala: Kungsfjärden, Katthavet. Saltvik: Glosholmsträsk, Hamnsundträsk, Toböleträsk, Strömma-Tjänan, Åsgårda-Tjänan, Långbergsöda-Tjänan, Långsjö, Lavsböle-träsk, Kvarnbo-träsk, Mora-träsk, Askar-träsk, Mösjö, Sonröda-träsk. Sund: Björby-träsk, Kvärsjö, Sibby Storträsk, Pottin, Östra-Kyrksundet, Högbolstad-träsk. Lemland: Störvikträsk, Marsö-träsk, Nätö. Lumpharland: Västerträsk. Vårdö: Norr-Granö. Kumlinge: Seglinge Käringträsk, Snäckö, Långsund. Brändö: Fiskö-träsk.

*Merismopedia elegans* A. Br. — Hammarland: Persängsträsk. Finström: Bjärströmsträsk, Kungsfjärden.

*M. glauca* (Ehrenb.) Näg. — In verschiedenartigen Gewässern. Eckerö: Örfjärden, Kirchdorf. Hammarland: Djäkenböle-träsk, Långträsk. Finström: Pettböle. Geta: Hagesörträsk, Lillträsk, Östergeta Byträsk, Häggviken, Norra-Finviken, Munträsk. Saltvik: Toböle-träsk, Åsgårda-Tjänan, Kvarnbo-träsk, Kvarnsjö, Askar-träsk. Sund: Kastelholm (ENWALD 1904). Lemland: Björkö. Kumlinge: Seglinge Käringträsk. Brändö: Fiskö-träsk (Ausfluss). Sottunga: Rödgrund.

*M. punctata* Meyen. — In verschiedenartigen Gewässern. Eckerö: Storby, Marby Inre-Träsket. Hammarland: Lervik. Finström: Skabbö Holmträsk. Geta: Dånö-träsk, Hängsträsk, Norsträsk. Saltvik: Bertby-Tjänan, Kolmila-träsk. Lemland: Marsö-träsk, Nyhamnslandet, Lågsjär Storlandet. Kumlinge: Snäckö.

\* *M. tenuissima* Lemm. — Saltvik: Bertby-Tjänan.

\* *Synechocystis sellensis* Skuja. — Zellen 12—14  $\mu$ , sonst völlige Übereinstimmung mit der Beschreibung in SKUJA 1929. — Felsentümpel. Föglö: Bänö.

*Synechococcus aeruginosus* Näg. — Geta: Dånö-träsk, Timmerträsk. Sund: Gästerby (Felsen). Kumlinge: Långsund.

*S. maior* Schroeter. — In verschiedenartigen Gewässern. Eckerö: Storby, Björnhuvud. Hammarland: Fasjö-träsk. Geta: Lillträsk, Östergeta Byträsk, Häggviken. Saltvik: Glosholmsträsk, Åsgårda-Tjänan, Bertby-Tjänan, Bast-Tjänan, Kvarnsjö.

*Dactylococcopsis raphidioides* Hansg. — Felsentümpel. Saltvik: Tengsöda Botsvik.

#### *Hormogonales.*

\* *Stigonema hormoides* (Kütz.) Bornet & Flah. — Feuchte Felsen. Saltvik: Orrdalsklint die Höhle. Sund: Gästerby am Gästerby-Tjänan.

\* *St. informe* Kütz. — Geta: Dånö-träsk. Sund: Gästerby feuchter Felsen gleich N vom Gästerby-Tjänan.

*St. mammosum* (Lyngb.) Ag. — In Dy- und Lobelia-Seen. Geta: Hängsträsk, Fagnästräsk, Lillträsk, Östergeta Långträsk. Saltvik: Åsgårda-träsk, Långsjö, Kvarnsjö. Kumlinge: Långsund (Fadenbreite 43  $\mu$ ).

*St. ocellatum* Thuret. — Charakteristisch für dystrophe Gewässer. Eckerö: Signilskär, Storby, Holmträsk. Finström: Pettböle Lillträsk. Geta:

Hängstråk, Hagesörtråk, Ruddammen, Timmertråk, Lilltråk, Östergeta Långtråk. Saltvik: Glosholmstråk, Åsgårda-Tjänan, Långbergsöda-Tjänan, Kvarnsjö. Sund: Gästerby-Tjänan, Kastelholm (ELFVING 1895). L umparland: Klemetsby. Kumlinge: Kumlinge. Brändö: Koskenpää Söderholm. Sottunga: Rödgrund.

\* *St. tomentosum* (Kütz.) Hieron. — Geta: Svarttråk.

\* *Hapalosiphon fontinalis* (Ag.) Born. — Dy- und Lobelia-Seen. Eckerö: Kirchdorf. Geta: Hagesörtråk, Östergeta Långtråk. Saltvik: Bast-Tjänan, Kvarnsjö.

*H. hibernicus* W. & G. S. West. — In verschiedenartigen Gewässern, aber charakteristisch für dystrophe Gewässer. Eckerö: Holmtråk, Lill-Fladan. Hammarland: Långtråk. Finström: Pettböle. Geta: Löknäspotten, Fagnästråk, Timmertråk, Lilltråk, Södra-Finviken. Jomala: Södersunda. Saltvik: Toböle-tråk, Åsgårda-Tjänan, Långbergsöda-Tjänan, Lavsböle-tråk, Kvarnbo-tråk, Bast-Tjänan. Sund: Gästerby-Tjänan, Pottin, Hulta, Bomarsund. Lemland: Störviktråk. Brändö: Korsö.

*H. intricatus* W. & G. S. West. — In verschiedenartigen Gewässern allgemein verbreitet, aber besonders charakteristisch für dystrophe Gewässer. Eckerö: Signilskär Heligman, Kirchdorf, Marby. Finström: Ämnäs. Geta: Rankoskär, Hängstråk, Bråktråk, Hagesörtråk, Fagnästråk, Timmertråk, Lilltråk, Östergeta Bytråk, Östergeta Långtråk, Norra-Finviken. Saltvik: Hamnsundtråk, Toböle-tråk, Åsgårda-Tjänan, Bertby-Tjänan, Långbergsöda, Långbergsöda-Tjänan, Langsjö, Kvarnbo-tråk, Tümpel am Friedhof, Kvarnsjö. Sund: Gästerby-Tjänan, Pottin. Lemland: Störviktråk, Grundfjärden, Störtråk, Gloet, Ärtskär, Lågskär, Storlandet. L umparland: Klemetsby. Kumlinge: Kumlinge. Brändö: Koskenpää die Hauptinsel und Söderholm, Lappo, Korsö. Kökar: Österbygge Högholma.

*Dichothrix compacta* Born. & Flah. — Jomala: Katthavet.

*D. gypsophila* (Kütz.) Born. & Flah. — Eckerö: Örfjärden. Geta: Muntråk. Saltvik: Strömna-Tjänan, Lavsböle-tråk, Kvarnsjö. Sund: Västra-Kyrksundet.

\* *Calothrix Braunii* Born. & Flah. — Geta: Lilltråk. Saltvik: Långbergsöda-Tjänan. Sund: Gästerby-Tjänan, Trasket.

\* *C. fusca* Born. & Flah. — Geta: Höckböle-tråk. Finström: Bjärströmstråk. Saltvik: Strömna-Tjänan. Sund: Kvärsjö.

*C. parietina* Thuret. — Saltvik: Kvarnsjö.

\* *C. stagnalis* Gomont. — Saltvik: Toböle-tråk.

*Gloeotrichia echinulata* (J. E. Smith) P. Richt. — Im Plankton der Potamogeton-Seen. Geta: Östergeta Bytråk, Norstråk. Saltvik: Syllöda-tråk, Mösjö.

\* *Gl. intermedia* (Lemm.) Geitl. — In Potamogeton-Seen. Hammarland: Trutviktråk. Finström: Långsjö. Geta: Norstråk. Sund: Trasket, Tranviktråk.

*Gl. natans* Rabenh. — In Potamogeton-Seen. Eckerö: Överby Insjön. Finström: Prästråk, Tjudö Störtråk. Geta: Norstråk, Höckböle-tråk. Saltvik: Bast-Tjänan. Vårdö: Vargata-tråk.

*Gl. Pisum* Thuret. — In Potamogeton-Seen. Hammarland: Persängstråk, Djäkenböle-tråk. Finström: Finbacka-tråk. Geta: Östergeta



Byträsk, Bolstaholmsträsk, Höckböle-träsk. Saltvik: Toböle-träsk, Kvarnbo-träsk, Mösjö. Sund: Kvärsjö, Pottin, Östra-Kyrksundet?, Träsket. Lumpharland: Västerträsk. Vårdö: Vargata-träsk?

*Rivularia Biasoletiana* Menegh. — Finström: Skabbö Holmträsk. Geta: Höckböle-träsk. Saltvik: Långbergsöda-Tjänan, Kvarnbo-träsk? Lemland: Nätö Hemviken. Brändö: Labbholm.

*Aulosira laxa* Kirchn. — Graben. Brändö: Hullberga Notskär.

*Plectonema nostocorum* Bornet. — Sottunga: Drakö (im Lager von *Aphanocapsa elachista* var. *irregularis*), Gloskär.

*Pl. notatum* Schmidle. — In verschiedenartigen Gewässern. Eckerö: Örfjärden. Finström: Prästträsk. Geta: Hängsträsk, Hagesörträsk, Timmerträsk. Saltvik: Kvarnsjö. Sund: Gästerby-Tjänan, Bomarsund.

*Tolypothrix distorta* Kütz. — In verschiedenartigen Gewässern, aber charakteristisch für die Potamopeton-Seen. Finström: Långsjö, Finbacka-träsk, Tjudö Storträsk. Geta: Norsträsk, Bolstaholmsträsk, Höckböle-träsk. Saltvik: Strömma-Tjänan, Tistronörn Kalkhällarna, Kvarnbo-träsk, Mora-träsk, Mösjö. Sund: Träsket, Bomarsund Övre-Viken. Lemland: Störvikträsk, Getskär. Brändö: Labbholm. Sottunga: Gloskär.

*T. distorta* var. *penicillata* (Ag.) Lemm. — In verschiedenartigen Gewässern, aber vorzugsweise in Potamogeton-Seen. Hammarland: Persängsträsk, Djäkenböle-träsk. Finström: Skabbö Holmträsk, Prästträsk, Pettböle Lillträsk. Geta: Timmerträsk, Östergeta Byträsk, Norsträsk, Höckböle-träsk. Saltvik: Toböle-träsk, Strömma-Tjänan, Långsjö, Lavsböle-träsk, Kvarnbo-träsk. Vårdö: Vargata-träsk.

*T. lanata* Wartm. — In verschiedenartigen Gewässern allgemein verbreitet. Eckerö: Signilskär der See auf Enskär. Finström: Vandö Örtträsk, Tjudö Svartträsk. Geta: Hagesörträsk, Östergeta Byträsk, Södra-Finviken, Munträsk. Jomala: Kungsö-fjärden. Saltvik: Toböle-träsk, Orrdalsklint (die Höhle). Sund: Gästerby-Tjänan, Pottin, Östra-Kyrksundet, Träsket. Lemland: Norrby, Nätö Hemviken. Vårdö: Vargata-träsk. Kumlinge: Långsund.

*T. limbata* Thuret. — Saltvik: Toböle-träsk.

*T. tenuis* Kütz. — In verschiedenartigen Gewässern allgemein verbreitet. Eckerö: Signilskär Heligman und Enskärsträsk, Torp Lassas, Holmträsk, Stor-Fladan, Lill-Fladan. Hammarland: Fasjö-träsk, Långträsk. Finström: Bjärströmsträsk, Godby-träsk. Geta: Dånö-träsk, Hängsträsk, Lillträsk, Munträsk. Saltvik: Glosholmsträsk, Åsgårda-träsk, Långsjö, Lavsböle-träsk, Bast-Tjänan, Kvarnsjö, Mora-träsk. Sund: Kvärsjö, Sibby Storträsk, Pottin, Högbolstad-träsk. Lemland: Störvikträsk, Grundfjärden. Lumpharland: Västerträsk. Kumlinge: Seglinge Käringträsk, Snäckö, Gloholm, Långsund, Kalskär, Lilla Kvarnskär. Brändö: Brändskär, Lappo. Sottunga: Rögrund.

*Scytonema crispum* (Ag.) Born. (= *Sc. cincinnatum* Thur.). — Finström: Godby (ELFVING 1895).

*Sc. mirabile* (Dillw.) Born. — Charakteristisch für die Dy-Seen, aber auch in anderen Gewässern. Eckerö: Signilskär, Örfjärden, Torp Lassas, Holmträsk. Hammarland: Fasjö-träsk. Geta: Dånö-träsk, Hängsträsk, Hagesörträsk, Svartträsk, Timmerträsk, Östergeta Långträsk. Saltvik: Toböle-träsk, Långbergsöda-Tjänan, Kvarnsjö. Sund: Gästerby-Tjänan. Kökar: Bergskär.

*Sc. myochrous* (Dillw.) Ag. — Eckerö (ELFVING 1895). Geta: Finnö (ELFVING 1895).

*Cylindrospermum maius* Kütz. — In verschiedenartigen Gewässern. Hammarland: Djäkenböle-träsk. Finström: Vandö Örträsk. Saltvik: Toböle-träsk, Åsgårda-Tjänan, Kolmila-träsk. Sund: Gasterby-Tjänan. Lemland: Ärtskär. Lumparland: Västerträsk.

*C. stagnale* (Kütz.) Born. et Flah. — Sund: Träsket.

*Aphanizomenon flos aquae* (L.) Ralfs. — Geta: Norsträsk. Sund: Träsket?

*Nostoc coeruleum* Lyngb. — Finström: Finbacka-träsk. Geta: Östergeta Byträsk. Saltvik: Åsgårda-Tjänan. Sund: Gasterby-Tjänan. Lemland: Storträsk.

\* *N. Kihlmani* Lemm. — Saltvik: Strömma-Tjänan. Lemland: Ärtronklobben. Kumlinge: Borgskärshäran.

*N. Linckia* (Roth) Born. & Flah. — Lemland: Lågskär Hästgrund (brackisches Wasser) und Lågskär Sandholmsgrundet.

*N. pruniforme* Ag. — In Potamogeton-Seen. Hammarland: Persängsträsk. Geta: Bolstaholmsträsk (R. Collander 1914 in H. M. F.), Höckböle-träsk.

*N. sphaericum* Vauch. — Geta: Norsträsk. Sund: Borgsjö.

*Nodularia spumigena* Mertens. — Felsentümpel, brackisches Wasser. Lemland: Lågskär Hästgrund.

\* *Anabaena catenula* (Kütz.) Born. & Flah. var. *solitaria* (Klebahn) Geitler. — Kumlinge: Seglinge Kåringträsk.

*A. circinalis* Rabenh. — Geta: Norsträsk. Saltvik: Toböle-träsk, Sonröda-träsk.

\* *A. cylindrica* Lemm. — Kumlinge: Seglinge Västersjö.

*A. flos aquae* (Lyngb.) Bréb. — Geta: Östergeta Byträsk. Saltvik: Mösjö. Sund: Björby-träsk, Kvårsjö, Östra-Kyrksundet.

\* *A. lapponica* Borge. — Hammarland: Djäkenböle-träsk.

*A. oscillarioides* Bory. — Saltvik: Kolmila-träsk. Lemland: Nätö.

\* *A. subcylindrica* Borge. — Lemland: Der Tümpel auf Ärtronklobben.

*Oscillatoria Agardhii* Gom. — Im Plankton der Potamogeton-Seen. Finström: Tjudö Storträsk. Saltvik: Mösjö. Sund: Björby-träsk, Tranvik-träsk.

*O. amoena* Gom. — In eutrophen Gewässern. Finström: Vandö Örträsk, Finbacka-träsk, Tjudö Svarträsk. Geta: Häggviken. Jomala: Degerbergsfjärden. Saltvik: Toböle-träsk, Tistronörn Kalkhällarna, Kvarnbo-träsk, Kolmila-träsk. Lemland: Grundfjärden, Nätö, Ärtronklobben, Kobbaklintar. Kumlinge: Långsund.

*O. amphibia* Ag. — Finström: Finbacka-träsk. Geta: Södra-Finviken. Saltvik: Åsgårda-Tjänan?, Kvarnbo-träsk.

*O. anguina* (Bory) Gom. — Eckerö: Signilskär Enskärsträsk, Holmträsk. Geta: Munträsk. Lemland: Björkö. Kumlinge: Kumlinge.

*O. chalybea* Mertens. — In verschiedenartigen Gewässern. Hammarland: Fasjö-träsk. Finström: Bjärströmsträsk, Prästräsk. Geta: Hängsträsk, Ruddammen, Timmerträsk, Östergeta Byträsk, Södra-Finviken. Jomala: Kungsö-fjärden. Saltvik: Toböle-träsk (Zellenbreite cirka 8  $\mu$ ), Åsgårda-Tjänan. Lemland: Grundfjärden. Lumparland: Västerträsk.

*O. chlorina* Kütz. — Finström: Finbacka-träsk.

*O. limnetica* Lemm. — In brackischem Wasser. Finström: Skabbö Holmträsk? (Zellen etwa 2  $\mu$  breit und doppelt so lang). Brändö: Labbholm (innere Meeresbucht).

*O. limosa* Ag. — In eutrophen Gewässern. Finström: Finbacka-träsk. Saltvik: Toböle-träsk, Strömma-Tjänan, Åsgårda-Tjänan, Kvarnbo-ström (unterhalb der Mühle). Sund: Västra-Kyrksundet.

\* *O. Okeni* Ag. — Tümpel an kalkhaltigem Felsen. Kumlinge: Borgskärshäran.

*O. princeps* Vauch. — In eutrophen Gewässern. Eckerö: Västra-Insjön. Finström: Brinkträsk. Saltvik: Toböle-träsk. Lemland: Grundfjärden.

\* *O. sancta* (Kütz.) Gom. — Allgemein in eutrophen Gewässern. Eckerö: Lill-Fladan, Kirchdorf, Överby-Insjön. Hammarland: Fasjö-träsk, Djäkenböle-träsk. Finström: Skabbö Holmträsk, Bjärströmsträsk, Vandö Örtäsk, Långsjö, Finbacka-träsk. Geta: Isaksö-träsk, Gröndalsträsk, Östergeta Byträsk, Norsträsk, Norra-Finviken, Munträsk. Jomala: Degerbergsfjärden, Kungsö-fjärden, Katthavet. Saltvik: Toböle-träsk, Åsgårda-träsk, Långsjö, Kvarnbo-träsk, Borgboda-träsk. Sund: Pottin, Östra-Kyrksundet. Lemland: Grundfjärden, Björkö, Nyhamnslandet, Lågskår Storlandet. Lumparland: Västerträsk. Kumlinge: Snäckö, Gloholm, Långsund. Brändö: Labbholm, Björnholma.

*O. splendida* Grev. — Finström: Bjärströmsträsk, Kotträsk. Geta: Häggviken. Saltvik: Kvarnsjö. Lumparland: Västerträsk.

*O. tenuis* Ag. — In verschiedenartigen Gewässern allgemein verbreitet. Eckerö: Östra-Insjön, Stor-Fladan, Björnhuvud. Hammarland: Djäkenböle-träsk. Finström: Skabbö Holmträsk, Prästträsk, Finbacka-träsk. Geta: Dånö-träsk, Hängsträsk, Ruddammen, Timmerträsk, Lillträsk, Östergeta, Östergeta Byträsk, Häggviken, Norra-Finviken, Södra-Finviken, Bolstaholmsträsk. Jomala: Degerbergsfjärden, Kungsö-fjärden, Katthavet. Saltvik: Toböle-träsk, Åsgårda-Tjänan, Berthby-Tjänan, Långbergsöda, Långbergsöda-Tjänan, Lavsböle-träsk, Kvarnbo-ström, Bast-Tjänan, Borgboda-träsk. Sund: Strömbolstad-träsk, Hulta, Tranvikträsk. Lemland: Stortträsk, Nätö Hemviken, Björkö, Nyhamnslandet. Lumparland: Västerträsk. Kumlinge: Snäckö.

*O. tenuis* f. *tergestina* Rabenh. — Geta: Am Wege nach Bolstaholm (KLINGSTEDT 1907).

\* *O. terebriformis* Ag.? — Der ganze Faden schraubig gewunden. Geta: Häggviken.

*Phormidium autumnale* (Ag.) Gom. — Finström: Im Bach zwischen Tjudö Svartträsk und Stortträsk. Geta: Am Wege nach Bolstaholm (KLINGSTEDT 1907). Lemland: Granö (KLINGSTEDT 1907).

*Ph. Corium* (Ag.) Gom. — Lemland: Granö (KLINGSTEDT 1907).

*Ph. laminosum* Gom. — Geta: Dånö-träsk. Brändö: Hullberga Notskär.

*Ph. luridum* (Kütz.) Gom. — Geta: Im Kirchdorfe, am Rande eines Grabens auf feuchter Erde, die zeitweise von fließendem Wasser überspült wird (KLINGSTEDT 1907).

*Ph. mucicola* Hub.-Pestalozzi & Naum. — Epiphyt an *Coelosphaerium Naegelianum*. Saltvik: Långsjö. Sund: Björby-träsk.

*Ph. Retzii* (Ag.) Gom. — G e t a: Bei Djupviksgrottan (KLINGSTEDT 1907).

*Ph. tenue* (Menegh.) Gom. — In verschiedenartigen Gewässern. E c k e r ö: Västra-Insjön, Östra-Insjön, Örfjärden. G e t a: Der See N von Ruddammen. S a l t v i k: Toböle-träsk, Strömma-Tjänan, Tistronörn Kalkhällarna, Tengsöda Botsvik. L e m l a n d: Nätö Hemviken, Fjärdskär, Lågsjär Österkleppen. K u m l i n g e: Kleiner Schäreninsel SW von Hettorna, Lilla Kvarnsjär.

\* *Ph. uncinatum* Gom. — F i n s t r ö m: Tjudö Storträsk (herumtreibende Watten).

*Lyngbya aerugineo-coerulea* (Kütz.) Gom. — G e t a: Höckböle-träsk.

*L. aestuarii* Liebm. — In eutrophen Gewässern. H a m m a r l a n d: Lervik, Västerby-träsk. F i n s t r ö m: Skabbö Holmträsk, Koträsk, Brandsböle-träsk. G e t a: Södra-Finviken, Bolstaholmsträsk, Höckböle-träsk. J o m a l a: Kungsö (KLINGSTEDT 1907). L e m l a n d: Nätö Hemviken, Lågsjär Storlandet. B r ä n d ö: Labbholm.

*L. Kützingeri* Schmidle. — Epiphytisch an verschiedenen Fadenalgen in den Potamogeton-Seen (vor allem an *Cladophora*). E c k e r ö: Överby Insjön, Marby Inre-Träsket. H a m m a r l a n d: Lillfjärden, Trutvikträsk, Persängsträsk, Djäkenböle-träsk. F i n s t r ö m: Skabbö Holmträsk, Bjärströmsträsk, Vandö Örtträsk, Prästträsk, Långsjö, Finbacka-träsk, Brännerträsk, Slussfjärden, Möträsk. G e t a: Östergeta Byträsk, Höckböle-träsk. J o m a l a: Katthavet. S a l t v i k: Toböle-träsk. S u n d: Björby-träsk, Borgsjö, Västra- und Östra-Kyrksundet, Träsket. L e m l a n d: Nätö Hemviken. K u m l i n g e: Långsund. B r ä n d ö: Labbholm, Fiskö-träsk.

*L. limnetica* Lemm. — E c k e r ö: Signilskär Enskär, Örfjärden. G e t a: Höckböle-träsk. S a l t v i k: Strömma-Tjänan, Åsgårda-Tjänan, Mösjö, Sonröda-träsk. L e m l a n d: Grundfjärden, Storträsk, Kobbaklintar.

*L. mucicola* Lemm. — In der Gallerte verschiedener Algen, fast regelmässig in alten Thallus-Bällen von *Aphanothece stagnina*. E c k e r ö: Stor-Fladan, Överby Insjön. H a m m a r l a n d: Lillfjärden. F i n s t r ö m: Storträsk, Finbacka-träsk. G e t a: Östergeta Byträsk, Bolstaholmsträsk, Höckböle-träsk. J o m a l a: Katthavet. S a l t v i k: Toböle-träsk, Strömma-Tjänan, Långsjö. S u n d: Tjurnäs-träsk. L e m l a n d: Nätö Hemviken, der Tümpel auf Ärtronklobben, Björkö. L u m p a r l a n d: Västerträsk.

*L. perelegans* Lemm. — H a m m a r l a n d: Djäkenböle-träsk. G e t a: Lillträsk. S a l t v i k: Långsjö.

\* *L. rivulariarum* Gom. — In der Gallerte verschiedener Algen. F i n s t r ö m: Vandö Örtträsk, Prästträsk. G e t a: Östergeta Byträsk, Norsträsk. S a l t v i k: Toböle-träsk, Åsgårda-Tjänan. V ä r d ö: Vargata-träsk.

*Symploca muscorum* (Ag.) Gom. — In verschiedenartigen Gewässern. E c k e r ö: Lill-Fladan. H a m m a r l a n d: Fasjö-träsk, Trutvikträsk, Djäkenböle-träsk?. F i n s t r ö m: Bjärströmsträsk, Finbacka-träsk. G e t a: Djupviksgrottan, Häggviken. J o m a l a: Kungsö (KLINGSTEDT 1907). L e m l a n d: Gloet, Granö (KLINGSTEDT 1907), Ärtronklobben, Kobbaklintar Österlandet. L u m p a r l a n d: Krogstad. K u m l i n g e: Borgskärshäran. B r ä n d ö: Björnholm.



## Literaturverzeichnis.

- Åland. Rese- och Turisthandbok. Helsingfors 1926.
- ALMQUIST, E., 1929: Upplands vegetation och flora. Akad. Abh. Uppsala.
- BLOMGREN, N., und NAUMANN, E., 1925: Untersuchungen über die höhere Vegetation des Sees Stråken bei Aneböda. Lunds Univ. Årsskr., N. F. II Avd., 21.
- BOHLIN, K., 1904: Etude sur la flore algologique d'eau douce des Açores. Bih. Kgl. Sv. Vet.-Akad. Handl. 27.
- BORGE, O., 1894: Süßwasser-Chlorophyceen gesammelt von Dr A. Osw. Kihlman im nördlichsten Russland, Gouvernement Archangel. Ibid. 19.
- 1913: Beiträge zur Algenflora von Schweden 2. Die Algenflora um den Torne-Träsksee in Schwedisch-Lappland. Bot. Not. 1913.
- 1923: Beiträge zur Algenflora von Schweden. Ark. Bot. 18.
- CEDERCREUTZ, C., 1924: Finnländische Zygnemalen. Acta Soc. Fauna et Fl. Fenn. 55.
- 1929a: Süßwasseralgen aus Petsamo. Memoranda Soc. Fauna et Fl. Fenn. 5.
- 1929b: Algvegetationen i träskan på Åland. Ibid. 6.
- 1932: Süßwasseralgen aus Petsamo II. Ibid. 7.
- 1933: Die Characeen Finnlands. Ibid. 8.
- CEDERGREN, G. R., 1928: Algernas utbredningsgrupper. Sv. Bot. Tidskr. 22.
- 1932: Die Algenflora der Provinz Härjedalen. Ark. Bot. 25 A.
- DENIS, M., 1925: Essai sur la Végétation des Mares de la Forêt de Fointainebleau. Ann. des Sci. Natur. Ser. 10, Botanique, Tome 7.
- DONAT, A., 1926: Über die geographische Verbreitung der Süßwasseralgen in Europa. Feddes Repert, spec. nov. regni veg. Beih. 46.
- 1927—1931: Verbreitung einiger Desmidiaceen I—IV. Pflanzenareale. I, 5; II, 3; III, 2.
- DUCELLIER, F., 1918 a: Etude critique sur *Euastrum ansatum* Ralfs et quelques-unes de ses variétés helvétiques. Bull. Soc. Bot. Genève. Ser. 2, Tome 9.
- 1918 b: Contribution à l'étude de la flore desmidiologique de la Suisse II. Ibid. Tome 10.
- EICHLER, B., 1893: Materyali do flory wodorostów okolic Miedzyrzecza. Pamiętnik Fizyogr. 12.
- EICHLER, B., et GUTWINSKI, R., 1895: De nonnullis speciebus algarum novarum. Rozprawy Akademii Umiejetności. Wyd. matem.-prz. Ser. 2, Tom 8.
- ELFVING, Fr., 1881: Anteckningar om Finska Desmidiéer. Acta Soc. Fauna et Fl. Fenn. 2.
- 1895: Anteckningar om Finlands Nostochaceae heterocysteeae. Medd. Soc. Fauna et Fl. Fenn. 21.

- ENWALD, K., 1904: Beiträge zur Kenntnis der Chroococcaceen Finnlands. Ibid. 30.
- FRITSCH, F. E., 1906: Problems in aquatic Biology, with special reference to the study of Algal Periodicity. New Phytologist 5.
- FRITSCH, F. E., and RICH, FL., 1907: Studies on the Occurrence and Reproduction of British Freshwater Algae in Nature. Annals of Botany 21.
- 1913: Studies on the Occurrence and Reproduction of British Freshwater Algae in Nature. Annales de Biologie lacustre 6.
- GEITLER, L., 1930: Dr L. Rabenhorst's Kryptogamenflora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. Cyanophyceae. Bd. 14.
- GISTL, R., 1931: Wasserstoffionenkonzentration und Desmidiaceen im Kirchseegebiet. Arch. für Mikrobiologie 2.
- GRÖNBLAD, R., 1919: Observationes criticae quas ad cognoscenda *Closterium didymotocum* Corda et *Closterium Baillyanum* De Bréb. Acta Soc. Fauna et Fl. Fenn. 46.
- 1920: Finnländische Desmidiaceen aus Keuru. Ibid. 47.
- 1924: New Desmids from Finland and Northern Russia. Ibid. 49.
- 1924: Observations on some Desmids. Ibid. 55.
- 1926: Beitrag zur Kenntnis der Desmidiaceen Schlesiens. Comm. Biol. Soc. Scient. Fenn. 2.
- GUTWINSKI, R., 1909: Flora algarum montium Tatrensiensium. Bull. de l'Acad. des Sciences de Cracovie. Cl. des Sci. mathém. et natur.
- HÄYRÉN, E., 1914: Über die Landvegetation und Flora der Meeresfelsen von Tvärminne. Acta Soc. Fauna et Fl. Fenn. 39.
- HIRN, K. E., 1895 a: Die Finnländischen Zygnemaceen. Ibid. 11.
- 1895 b: Verzeichnis Finnländischer Oedogoniaceen. Ibid. 11.
- 1900 a: Monographie und Iconographie der Oedogoniaceen. Acta Soc. Scient. Fenn. 27.
- 1900 b: Finska Characeer. Medd. Soc. Fauna et Fl. Fenn. 26.
- 1900 c: Finnländische Vaucheriaceen. Ibid. 26.
- 1903: Zur Kenntnis der Desmidiaceen Finnlands. Acta Soc. Fauna et Fl. Fenn. 25.
- 1906: Studien über Oedogoniaceen. Acta Soc. Scient. Fenn. 34.
- HODGETTS, W. J., 1922: A Study of some of the factors controlling the periodicity of freshwater algae in nature. New Phytologist 21.
- HÖLL, K., 1928: Ökologie der Peridineen. Pflanzenforschung 11.
- HOMFELDT, H., 1929: Beitrag zur Kenntnis der Desmidiaceen Nordwestdeutschlands. Pflanzenforschung 12.
- JOHNSON, L. N., 1894: Some New and Rare Desmids of the United States. Bull. Torrey Bot. Club 21.
- KLINGSTEDT, F. W., 1907: Beiträge zur Kenntnis der Oscillatoriaceen Finnlands. Medd. Soc. Fauna et Fl. Fenn. 33.
- KRIEGER, W., 1930: Algenassoziationen von den Azoren und aus Kamerun. Hedwigia 70.
- 1932: Die Desmidiaceen der Deutschen Limnologischen Sunda-Expedition. Arch. f. Hydrobiol. Suppl. 11. Trop. Binnengew. 3.
- LEMAIRE, A., 1882: Liste des Desmidiées observées dans les Vosges. Bull. Soc. Sc. Nancy, Ser. 2, Tome 6.

- LEVANDER, K. M., 1900: Zur Kenntniß des Lebens in den stehenden Kleingewässern auf den Skäreninseln. *Acta Soc. Fauna et Fl. Fenn.* 18.
- LINKOLA, K., 1933: Regionale Artenstatistik der Süßwasserflora Finnlands. *Annal. Soc. Zool.-Bot. Fenn. Vanamo.* 3.
- LÜTKEMÜLLER, J., 1900: Desmidiaceen aus der Umgebung des Millstättersees in Kärnten. *Verh. k. k. zool.-bot. Ges. Wien* 50.
- »— 1910: Zur Kenntnis der Desmidiaceen Böhmens. *Ibid.* 60.
- MAGDEBURG, P., 1925: Neue Beiträge zur Kenntnis der Ökologie und Geographie der Algen der Schwarzwaldhochmoore. *Ber. Naturf. Ges. Freiburg.* i. Br. 24.
- »— 1926: Vergleichende Untersuchungen der Hochmooralgenflora zweier deutscher Mittelgebirge. *Hedwigia* 66.
- MESSIKOMMER, E., 1927—1929: Beiträge zur Kenntnis der Algenflora des Kantons Zürich. *Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich* 72—74.
- MIGULA, W., 1907: Kryptogamenflora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. Bd. 2.
- NAUMANN, E., 1932: Grundzüge der regionalen Limnologie. Die Binnengewässer 11.
- NORDSTEDT, O., 1880: De Algis et Characeis. *Acta Univers. Lund.* 16.
- »— 1888: Algae collected by Dr S. Berggren in New Zealand and Australia. *Kgl. Sv. Vet.-Akad. Handl.* 22.
- PALMGREN, A., 1912: Hippophaës rhamnoides auf Åland. *Acta Soc. Fauna et Fl. Fenn.* 36.
- »— 1922: Zur Kenntnis des Florencharakters des Nadelwaldes. Eine pflanzengeographische Studie aus dem Gebiete Ålands. *Acta Forestalia Fennica* 22.
- »— 1925: Die Artenzahl als pflanzengeographischer Charakter sowie der Zufall und die säkulare Landhebung als pflanzengeographische Faktoren. Ein pflanzengeographischer Entwurf, basiert auf Material aus dem äländischen Schärenarchipel. *Acta Bot. Fenn.* 1.
- RAIFS, J., 1848: The British Desmidiaceae. London.
- REINSCH, P., 1866: Die Algenflora des mittleren Theiles von Franken. *Abh. Naturf. Ges. Nürnberg* 3.
- »— 1867: De speciebus generibusque nonnullis novis ex algarum et Fungorum classe. *Acta Soc. Senckenb.* 6.
- ROY, J., und BISSET, J. P., 1886: Notes on Japanese Desmids. *Journ. of Botany* 24.
- SAMUELSSON, G., 1925: Untersuchungen über die höhere Wasserflora von Dalarne. *Sv. Växtsoc. Sällsk. Handl.* 9.
- SCHMIDLE, W., 1894: Aus der Chlorophyceen-Flora der Torfstiche zu Virnheim. *Flora* 78.
- »— 1895: Weitere Beiträge zur Algenflora der Rheinebene und des Schwarzwaldes. *Hedwigia* 34.
- SCHRÖDER, Br., 1919: Beiträge zur Kenntnis der Algenvegetation des Moores von Gross-Iser. *Ber. D. Bot. Ges.* 37.
- SILFVENIUS, J., 1902: Zur Kenntnis der Verbreitung finnischer Chlorophyceen und Cyanophyceen. *Medd. Soc. Fauna et Fl. Fenn.* 29.
- SKUJA, H., 1928: Vorarbeiten zu einer Algenflora von Lettland IV. *Acta Horti Bot. Univers. Latv.* 3.

- SKUJA, H., 1933: Die Batrachospermaceen und Lemnaceen Finnlands. Memoranda Soc. Fauna et Fl. Fenn. 9.
- SMITH, G. M., 1920 und 1924: Phytoplankton of the Inland Lakes of Wisconsin. Bull. Wisconsin. Geol. and Nat. Hist. Surv. 57, 1 and 2.
- STEINECKE, FR., 1916: Die Algen des Zehlaubbruches in systematischer und biologischer Hinsicht. Schr. Phys. ök. Ges. Königsberg. 56.
- STRØM, K. M., 1919: Freshwater Algae from Tuddal in Telemark. Nyt. Mag. f. Naturv. 57.
- 1921: The Phytoplankton of some Norwegian Lakes. Vidensk. Selsk. Skrift. I. Mat.-nat. Kl. 1921, 1.
- 1926: Norwegian Mountain Algae. Skr. Norsk. Vidensk. Akad. I. Mat.-nat. Kl. 1926, 2.
- TEILING, E., 1916: En kaledonisk fytoplanktonformation. Sv. Bot. Tidskr. 10.
- TRANSEAU, E. N., 1916: The Periodicity of Freshwater Algae. Amer. Journ. Bot. 3.
- ULEHLA, V., 1923: Über CO<sub>2</sub>—pH-Regulation des Wassers durch einige Süßwasseralgen. Ber. D. Bot. Ges. 41.
- WEHRLE, E., 1927: Studien über die Wasserstoffionenkonzentrationsverhältnisse und Besiedelung an Algenstandorten in der Umgebung von Freiburg im Breisgau. Zeitschr. f. Bot. 19.
- WEST, W. & G. S., 1895: Some recently published Desmidiaceae. Journ. Bot. 33.
- 1896: On some North American Desmids. Trans. Linn. Soc. Ser. 2, Botany, Vol. 5.
- A Monograph of the British Desmidiaceae. Printed for the Ray Society. Vol. 1, 1904. Vol. 2, 1905. Vol. 3, 1908. Vol. 4, 1912. Vol. 5, 1923. London.
- WILLE, N., 1880: Bidrag till Kundskaben om Norges Ferskvandsalger. Vidensk. Selsk. Förhandl.
- WITTING, R., 1918: Hafsyttan, geoidytan och landhöjningen utmed Baltiska hafvet och vid Nordsjön. Referat: Die Meeresfläche, die Geoidfläche und die Landhebung dem Baltischen Meere entlang und an der Nordsee. Fennia 39.

### Verzeichnis der auf Karte 2 mit Ziffern bezeichneten Seen.

E c k e r ö: 1. Västra-Insjön, 2. Östra-Insjön, 3. Örfjärden, 4. Holmträsk, 5. Stor-Fladan, 6. Lill-Fladan, 7. Böle-träsk, 8. Överby Insjön, 9. Marby Inre-Träsket, 10. Marby Träsket. H a m m a r l a n d: 11. Lervik, 12. Västerby-träsk, 13. Fasjö-träsk, 14. Lillfjärden, 15. Trutvikträsk, 16. Persängsträsk, 17. Västmyra-träsk, 18. Djäkenböle-träsk, 19. Långträsk. F i n s t r ö m: 20. Skabbö Holmträsk, 21. Bjärströmsträsk, 22. Brinkträsk, 23. Västerträsk, 24. Kotträsk, 25. Stortträsk, 26. Västerfjärden, 27. Vandö Örträsk, 28. Brandsböle-träsk, 29. Prästträsk, 30. Långsjö, 31. Finbacka-träsk, 32. Bränneritträsk, 33. Slussfjärden, 34. Näsängsträsk, 35. Stallhagsträsk, 36. Godby-träsk, 37. Stålsby Svartträsk, 38. Pettböle Lillträsk, 39. Möträsk, 40. Kvarnträsk, 41. Norrtträsk, 42. Tjudö Svartträsk, 43. Tjudö Stortträsk. G e t a: 44. Dånö-träsk, 45. Isaksö-träsk, 46. Hängsträsk, 47. Brakträsk, 48. Hagesörträsk, 49. Löknäspotten, 50.



Västergeta Svartträsk, 50 a. Sägkvarnträsk, 51. Västergeta Långträsk, 52. Fagnästräsk, 53. Ruddammen, 54. Gröndalsträsk, 55. Timmeitträsk, 56. Lillträsk, 57. Olofsnästräsk, 58. Meddalen, 59. Östergeta Byträsk, 60. Grägnäs-träsk, 61. Norsträsk, 62. Östergeta Långträsk, 63. Häggviken, 64. Norra-Finviken, 65. Södra-Finviken, 66. Bolstaholmsträsk, 67. Höckböle-träsk, 68. Munträsk. *J o m a l a*: 69. Dalkarby-träsk, 70. Degerbergsfjärden, 71. Kungsö-fjärden, 72. Katthavet. *S a l t v i k*: 73. Norrträsk, 74. Dalsträsk, 75. Glosholmsträsk, 76. Hamnsund-träsk, 77. Toböle-träsk, 78. Strömma-träsk, 79. Strömma-Tjänan, 80. Åsgårda-Tjänan, 81. Åsgårda-träsk, 82. Berthby-Tjänan, 83. Långbergsöda-Tjänan, 84. Långsjö, 85. Lavsböle-träsk, 86. Kvarnbo-träsk, 87. Bast-Tjänan, 88. Kvarnsjö, 89. Mora-träsk, 90. Kolmila-träsk, 91. Syllöda-träsk, 92. Askar-träsk, 93. Mösjö, 94. Sonröda-träsk, 95. Borgboda-träsk. *S u n d*: 96. Gästerby-Tjänan, 97. Björby-träsk, 98. Kvärsjö, 99. Borgsjö, 100. Sibby Storträsk, 101. Sibby Lillträsk, 102. Pottin. 103. Västra-Kyrksundet, 104. Östra-Kyrksundet, 105. Träsket, 106. Vivasteby-träsk, 107. Övre-viken, 108. Tjurnäs-träsk, 109. Högbolstad-träsk, 110. Tranvikträsk. *L e m l a n d*: 111. Lemböte Byträsk, 112. Storträsk, 113. Grundfjärden, 114. Storträsk, 115. Gloet, 116. Marsö-träsk, 117. Nätskärsträsk, 118. Nätö Hemviken, 119. Ärtronklobben. *L u m p a r l a n d*: 120. Västerträsk. *V å r d ö*: 121. Vargata-träsk.



Abb. 1. Nätö Hemviken. 9. 7. 32.



Abb. 2. Åsgårda-Tjänan. 19. 8. 32.



Abb. 3. Toböle-träsk, Die See-enge zwischen Lindholmen und dem E-Ufer. 31. 7. 33.



Abb. 4. Toböle-träsk. 12. 8. 33. Photo G. Åberg.



Abb. 5. Enskärsträsk. 23. 7. 33. Photo G. Åberg.



Abb. 6. Kvarnsjö. 2. 8. 33. Photo G. Åberg.



Abb. 7. Östergeta Byträsk. Watten von *Cladophora fracta* an *Drepanocladus fluitans*. 10. 8. 33. Photo G. Åberg.



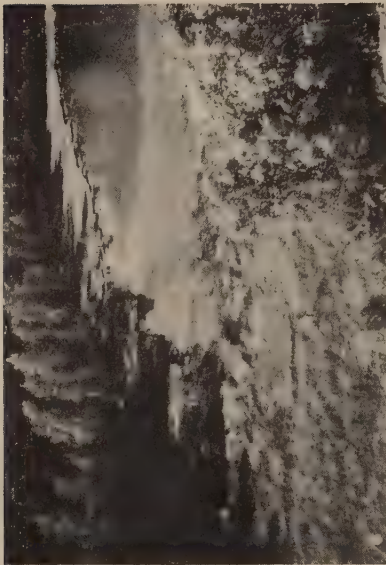


Abb. 8. Aussicht über Gästerby-Tjänan  
von dem hohen Felsen am E-Ufer.  
14. 8. 33. Photo G. Åberg.

Abb. 9. Bråkräsk, ein Dy-See. 9. 8. 33.  
Photo G. Åberg.

Abb. 10. Der Tümpel auf Ärtronklobben.  
22. 7. 33. Photo G. Åberg.

Abb. 11. Kvarnsjö. 2. 8. 33.  
Photo G. Åberg.



Abb. 12. Finbacka-träsk. 5. 8. 33.  
Photo G. Åberg.

Abb. 13. Finbacka-träsk. 5. 8. 33.  
Photo G. Åberg.

Abb. 14. Höckböle-träsk. 8. 8. 1933.  
Photo G. Åberg.

Abb. 15. Kvarnbo-träsk. 15. 8. 1933.  
Photo G. Åberg.



Abb. 17. Bertby-Tjänan. 19. 8. 32.



Abb. 16. Godby-träsk. 17. 7. 25. Grosse Algenwatten am Ufer (*Cladophora fracta*). Am Wasserrande *Rumex hydro-lapathum*.

















ACTA BOTANICA FENNICA 16  
EDITIT  
SOCIETAS PRO FAUNA ET FLORA FENNICA

ON THE ABSORPTION OF ELECTROLYTES  
BY THE CUT ROOTS OF PLANTS  
AND  
THE CHEMISTRY OF PLANT EXUDATION SAP

BY  
TORSTEN LAINE

FROM THE BOTANICAL INSTITUTION OF THE UNIVERSITY OF TURKU

HELSINGFORSIAE 1934



PRINTED BY  
A.-B. F. TILGMANN 1934

The practical work on which this investigation has been based has been carried out at the Botanical Institution of the University of Turku during the years 1931—1933. The subject for investigation was suggested by the director of the institution, Professor HARRY WARÉN. To him and to Mr. RAYMOND KORTE who has translated this work into English and to all those who in some way or other have been of assistance to me in attaining the results shown by this investigation, I wish to tender my best thanks.

Turku, April 1934.

The Author.



## Contents.

	Page
Introduction .....	5
Method of Procedure .....	11
Experimental Part .....	13
1. The Application of the Polarograph to Exudation Sap Analyses .....	13
2. The Relationship between the Concentrations of the Exudation Sap and those of the External Solution .....	15
3. The Accumulation of Manganese into the Roots .....	25
4. The Accumulation of Thallium into the Roots .....	28
5. The Influence of Flowing External Solutions on the Absorption of Manganese .....	29
6. The Rate of Exudation .....	33
7. The Displacing Effect of the Electrolytes on each other in the Absorp- tion Process .....	42
8. Other Properties of the Exudation Sap .....	51
Discussion .....	53
Summary .....	60
Literature Cited .....	61

## Introduction.

The researches that have been made up to this time to determine the chemical properties of the exudation sap of plants, have not yet fully cleared up the matter. The earliest investigations on the subject have been restricted to a rather general study of the sap of outdoor plants. So KRAUS, in a paper published already in 1887, analyzed the exudation sap of beets. He found it to contain an abundance of solid matter, but the amount of this solid matter was smaller at the end of the exudation than at the beginning. Also the reaction of the sap varied during the exudation, being at first acid and later mostly basic. According to his investigations, the exudation sap came from the tracheae, tracheids and the cells in the cut surface.

Thirteen years later, the investigations made by the Japanese scientist, MIYOSHI (1900), on the *Cornus macrophylla* were made known in Europe. He mentioned that the exudation sap is a clear, colourless, slightly acid liquid of refreshing taste and characteristic odour. According to SHIBATA's analysis it contained 0.425 per cent. solid matter, consisting of the following: sugar and similar compounds 0.1714 per cent., amino-compounds 0.0246 per cent.; inorganic compounds 0.1382 per cent., the remainder (mostly organic acids) 0.0908 per cent.

Since then many similar investigations have been carried out using various plants. PRIESTLEY and WORMALL (1924) made chemical analyses of the sap obtained from the cut stems of the *Vitis vinifera*. It contained, they found, besides ash, various sugars, organic acids, such as oxalic acid, tartaric acid, malic acid and succinic acid, phosphates, and inorganic nitrogen. On the other hand no organic nitrogen was found in it. PRIESTLEY and WORMALL made special reference to the investigations of MOREAU and VINET (1923), who also used the vine as a test-plant. According to them considerable changes occurred in the composition of the exudation sap during the exudation. Notably the concentration of sugar and other organic compounds varied greatly, these changes being possibly due to external factors, chiefly temperature. The ash concentration, however, changed less and varied from 0.28 gr. to 0.80 gr. per litre.

To somewhat different results from the foregoing LITVINOV (1927) had come in his investigations; as test-plants he used pumpkins which had been grown outdoors. One of his analyses indicated that their sap contained the following compounds (in grams per litre):

Ash matter .....	1.1
Sugar .....	0.0
Malic acid .....	0.46
Tartaric acid .....	0.19
Oxalic acid .....	0.11
Succinic acid .....	0.0
Citric acid .....	traces
Albumen .....	0.035
Amino-acids.....	0.08 (calculated as alanine)
Ammonia (NH <sub>4</sub> ) .....	0.019
Nitrates and nitrites .....	0.074 (calculated as NO <sub>3</sub> )
The remainder .....	0.5 (organic substances whose nature was not established)

Contrary to PRIESTLEY and WORMALL, LITVINOV thus found that the exudation sap, which he investigated, contained considerable amounts of organic nitrogen. He also said that the sap contained practically no sugar.

It seems that DIXON and ATKINS (1915 and 1916) also studied the exudation sap, although they obtained it by other means. They extracted the sap of various trees partly by means of a centrifuge and partly by the pressure of liquid air. The sap was obtained from pieces of stem and roots, ten centimetres in length. They also observed that there were more carbohydrates in the tracheae of the stem than in the corresponding parts of the roots, but that the tracheae of the roots contained more electrolytes. The sugar concentration varied during the year; it was highest in the spring.

In addition may be mentioned the investigations of PRIESTLEY and ARMSTEAD (1922) of the xylem sap of *Vitis vinifera* and *Fuchsia*. According to them it contained both organic and inorganic compounds. The organic compounds in *Vitis vinifera* were mainly sugar, disaccharides and hexoses.

The common factor of all these scientists' investigations was that the plant used for experiment was grown in its natural surroundings and in soil of whose chemical and physical properties very little or nothing at all was known. Although it was obvious that the ash matter found in the exudation sap came from the soil, the ratio of the ash concentration of the sap to that of the soil could not be accurately determined.

More progressive in his research on the properties of the exudation sap was SABININ. In his extensive treatise, published in 1925, he laid special emphasis on the fact that the velocity of the exudation depends on the external solution. Experiments showed that the velocity, or the volume per unit of time, depends on the osmotic pressure of the external solution, all other factors being constant, or

$$B = k (Px - Pe)$$

In this formula,  $B$  represents the velocity of the exudation,  $Px$  the osmotic force, which moves the exudation current,  $Pe$  the osmotic pressure of the external solution in atmospheres and  $k$  is a special permeability constant.

Since, according to the law of BOYLE-VAN'T HOFF, the osmotic pressure is directly proportional to the concentration, the velocity of the exudation depends on the concentration of the external solution.

These researches did not take into consideration the concentration of the different ions in the exudation sap. But the determination of just these and of the relation between the external solution and the exudation sap regarding their composition and concentration, SABININ held to be of the utmost importance in the study of the permeability of the protoplasm. For this reason he carried out the following experiments.

First, he determined the total concentration of both the exudation sap and the external solution by measuring their conductivity and noted that the total concentration of the exudation sap was from 1.35 to 2.08 times as great as that of the external solution. This he supposed to be due mainly to the collection of electrolytes from the external solution in the exudation sap and not to free organic acids, as the  $P_H$  of the exudation sap was comparatively high and somewhat constant. His measurements showed that it varied from 4.6 to 5.7.

SABININ determined also the concentration of the different ions in the sap and compared the values to those of the corresponding ion concentrations of the external solution. The external solutions were KNOP's solutions of different concentrations. The results of the determinations gave the following values for the  $PO_4$ -concentration.

External solutions	0.00037	0.00030	0.00014	0.000432	0.000443
Exudation saps	0.00187	0.00227	0.00215	0.002550	0.001580

In the first four *Zea mays* was used as test-plant, in the last one *Impatiens balsamina*.

As we have noted, the concentrations of the exudation sap are in all cases notably greater than those of the external solution. SABININ himself noted still another regularity. As the concentrations of the exudation saps differed from each other as little as is shown in the above table, although the concentra-



tions of the external solutions were different, he drew the conclusion that the concentration of the exudation sap is always the same: «Очень интересным представляется мне не большая величина отношения  $C_i : C_e$  ( $C_i$  denotes the concentration of the exudation sap and  $C_e$  the concentration of the external solution), но и то постоянство  $C_i$ , которое мы видим в опытах» (l. c. page 108). (= Highly interesting to me seems not only the low value of the ratio  $C_i : C_e$ , but also the constancy of  $C_i$ , which is easily noted from the experiments).

The calcium and potassium concentrations of the exudation sap were also determined by SABININ. The potassium concentration was found to be high. As for calcium, he found that its concentration in the exudation sap was in one case 82 per cent. and in another 72.7 per cent. of the concentration of the external solution. This he supposed to be due to the excessive concentration of the external solution, which was a KNOP's solution. So that, if the external solution were sufficiently weak, also the calcium concentration in the sap would be higher than that of the external solution.

SABININ seems to be of the opinion that the amount of each ion in the exudation sap is characteristic for that ion. He concluded from his own experiments that, if the concentration of the external solution is 0.001 normal regarding the ions in question, the potassium and  $PO_4$ -concentration of the exudation sap is higher, but its calcium concentration is lower than that of the external solution.

The internal concentration of the ammonium ion in SABININ's experiments was also lower than the external concentration which was 0.0146 normal regarding ammonia ( $NH_4$ ).

SABININ was also able to show that the more acid the external solution is, the smaller is the ratio of the cation concentration to the anion concentration in the exudation sap, although the concentrations of the ions in question are the same in the external solution. In the experiments, the change in the ratio  $\frac{NH_4}{PO_4}$  was followed.

The ratio of the concentrations of the mineral matter in the exudation sap to the corresponding concentrations of the external solution was determined by SABININ's associate, TRUBETSKOVA (1927). As experimental plant she used *Zea mays*. The external solutions were KNOP's solutions whose concentrations varied as the numbers 2, 1,  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{8}$ ; 1 denotes the usual KNOP's solution, 2, twice the usual solution, and so on. Two parallel experiments were conducted. Experiments showed that the ion concentration of the exudation sap was noticeably higher than that of the external solution. The potassium concentration was from 2.26 to 100 times and the calcium concentration from 0.63 to 40.79 times that of the external solution.

From her own experiments TRUBETSKOVA also concluded that the concentration of each ion in the exudation sap was always approximately the same for that ion and was almost independent of the concentration of the external solution. The ratio of the ion concentration of the exudation sap to the corresponding concentration of the external solution she called the concentration factor. Its relation to the concentration of the external solution she indicated by the formula,

$$y = k \cdot C^n,$$

where  $y$  is the concentration factor,  $C$  the concentration of the external solution, and  $k$  and  $n$  are constants. Of the curves representing this formula TRUBETSKOVA says that they are similar to adsorption curves.

As far as I understand, this formula is, however, in opposition to her statement that the concentration of the sap is almost independent of the concentration of the external solution for, according to this formula, the concentration of the sap changes as that of the external solution changes.

The chemical relations between the exudation sap and the external solution were determined also by another of SABININ's associates, KOLOTOVA (1927). She noted, using maize as test-plant, that the potassium and calcium concentration of the exudation sap was highest when the external solution was basic ( $P_H$  7—8) and decreased as  $P_H$  decreased. The potassium concentration depended also upon the age of the plant. In those twenty-five days old it was the lowest, then increased and was constant in those over thirty days old. The calcium concentration was independent of the age of the plant.

Exact comparative investigations of the relations between the osmotic pressure of the exudation sap and those of the soil solutions were made by GEBHARDT (1928). He found that the osmotic pressure of the exudation sap depends on the soil in which the plants have grown and the effect of the soil depends above all on the osmotic pressure of the soil solution, and that the osmotic pressure of the exudation sap is greater than the mean osmotic pressure of the soil solution.

Very interesting are his experiments with maize. The external solutions were KNOP's solutions of different concentrations. By determining the osmotic pressures of both the exudation sap and the corresponding external solutions he obtained the values recorded in table no. 1.

Table 1.

*Extract from table, composed by GEBHARDT (1928), which gives the osmotic pressures of the exudation sap and of the corresponding external solutions.*  
(Experiments with Zea mays.)

External solution (atm.)	0.8	0.8	0.5	0.5	0.2	0.2	0.1	0.1	
Sap .....	»	1.8	2.0	1.4	1.6	1.2	1.3	0.8	0.8

Important determinations of the concentrations of the exudation sap were also made by SHARDAKOFF (1928), who at the same time studied the quantitative composition of the guttation sap. He was able, using Brussels cabbage as test-plant, to show that the concentration of the exudation sap decreases from the butt end of the leaf-stalk to the leaf. It is lowest in the guttation sap. In table no. 2 are given examples of this.

Table 2.

*The calcium and potassium concentrations of the exudation and guttation sap.*

Part of plant.	Ca-concentration. (mgr. per litre)	K-concentration. (mgr. per litre)
Butt end of leaf-stalk .....	608—990	80—240
Middle of leaf-stalk .....	720	224
Leaf-end of leaf-stalk .....	564—819	92—176.4
Edge of leaf .....	350—442	35— 89.2
Guttation sap .....	91—125	12.9— 75

The same variation was shown by the  $\text{PO}_4$ -concentration. The electrical conductivity of the exudation sap from the same parts of the plant was also measured and was also found to be highest in the butt end of the leaf-stalk to decrease towards the leaf, and to be lowest in the guttation sap.

As is shown in the table, the potassium concentration of the exudation sap and the guttation sap is rather low as compared with the calcium concentration. Several of the analyses of the soil extract made by SHARDAKOFF indicate, however, that the soil extract contained the compounds in question in the same proportion as did the guttation sap. From this he drew the conclusion that the ion concentration of the guttation sap depends on the salt concentration of the soil. Finally he emphasized the fact that the increase in concentration, which SABININ and TRUBETSKOVA have shown to take place in the exudation sap, takes place in the guttation sap.

The absorption of phosphorus by a plant during different stages of its growth and the migration of phosphorus from different organs to others was studied by TUEVA (1929). Regarding the exudation sap, she made the observation that its phosphorus concentration is highest in plants from three to five weeks old, lowest in those seven weeks old, then increases again as the plant grows older.

In this connection may also be mentioned the experiments carried out by PAVLINOVA (1926) with the guttation sap. On experimenting with maize she found that the calcium concentration of the guttation sap is directly

proportional to the calcium concentration of the external solution and is about two-fifths of that of the latter. It is also proportional to the amount of calcium absorbed and stored by the plant. PAVLINOVA noted also that the amount of calcium absorbed and stored by the plant is directly proportional to the calcium concentration of the external solution. The external solution was a KNOP's solution.

Although many of the investigations reported above have been thorough, they have not, however, thrown full light on the question of what relation exists between the chemical composition and the concentration of the exudation sap and the nature and concentration of the external solution. Although the object and procedure of the experiments of several investigators have been such that the subject in question should have been cleared up, at least partly, the lack of a sufficient number of parallel experiments has resulted in unsatisfactory results. For it is well known that, as LITVINOV (1926) remarks, marked individual differences may be noted in the action of the roots of plants. The object of this investigation is to determine the relation of the cation concentration of the exudation sap to the corresponding concentration of the external solution by introducing into the analyses of the exudation sap statistical methods and partly by that means eliminating the individual differences in plants.

### Method of Procedure.

The test-plant used was the scarlet-runner, *Phaseolus multiflorus* Willd. var. *coccineus* Lam. The seeds were germinated in birch saw-dust which had been previously washed. Of the resulting plants only those which had developed normally and which were similar in appearance were used. The root branches were removed so that only the main root remained. The plants were first washed in tapwater, then in distilled water and were planted in culture-vessels so that the roots extended through the holes in the porcelain cover into the solution. The cotyledons remained above the cover and hence did not come into contact with the solution. In each culture-vessel were placed ten plants. The walls of the vessels were covered with black paper. The nutrient solution was the following solution:

KNO <sub>3</sub> .....	0.2 gr.
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> .....	0.1 gr.
MgSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O .....	0.1 gr.
CaCl <sub>2</sub> · 6H <sub>2</sub> O .....	0.1 gr.
Ferric tartrate .....	0.001 gr.
Aqua destillata .....	ad 1000.0 gr.



The salts used in the preparation of the nutrient solution, as well as in the experiments, were of KAHLBAUM's »pro analysi» make or MERCK's corresponding compounds. In the nutrient solutions ordinary distilled water was used, but in the experimental solutions water distilled in Jena glass vessels was used. The plants were grown until they were three weeks old; during this time new root branches grew on the plants. In the darkest period of the year the plants were illuminated by electricity. The conditions under which they were grown were kept as constant as possible. The culture-vessels were manufactured by the Riihimäki glass works and were made of half-white sodium-chalk-glass and were of 1200 ccm. capacity. The experiments were first made in Jena glass vessels of the same capacity as the culture-vessels, but as tests showed that experiments carried out in the former vessels gave exactly the same results, they only were used on account of their convenience.

Before the plants were transferred to the experimental solutions the roots were washed very carefully in tapwater and rinsed in distilled water. The stems were cut below the cotyledons, since preliminary experiments had shown that scarcely any exudation takes place if the stem is cut above the cotyledons. (In this connection note SILVESTR PRÁT's (1928a) observation, which he made while studying the lead absorption of the roots of *Vicia faba*, that the absorption of lead by the roots takes place faster if the cotyledons are removed from the plant.) These decapitated roots were connected by rubber tubes to glass tubes, whose inner diameter was 3.6 mm; the upper ends of the glass tubes were stopped with cotton-wool. To support the glass tubes special apparatus was used. Although it was not possible to carry out the experiments in thermostats owing to their large number, great changes in the temperature were avoided as much as possible; likewise the illumination was kept similar in all experiments. So many parallel experiments were made that the results were sufficient for statistical treatment in which the following formula was used to determine the average error of the mean value [LINDBERG (1927)]:

$$\pm \sqrt{\frac{\sum (a_u - M)^2}{n(n-1)}}$$

The average error of the difference was calculated from the formula:

$$\pm \sqrt{\varepsilon_1^2 + \varepsilon_2^2}$$

The amount of exudation sap in the tubes was measured every twenty-four hours. When the exudation ceased the tubes were emptied and a chemical analysis was made. The duration of experiments was, therefore, different depending upon the nature and concentration of the external solutions and the individual properties of different plants. For instance, in the

case of calcium chloride solutions of all concentrations and manganese chloride, when the external solutions were  $10^{-2}$  normal, it was two days. With weaker manganese chloride solutions the duration of experiment was longer, from four to seven days, and with potassium chloride solutions of all concentrations from five to seven days.

In the determination of manganese HEYROVSKÝ-SHIKATA's new electro-analytical apparatus, the polarograph [J. HEYROVSKÝ (1925), J. BŘEZINA (1925), V. KEMULÁ (1931), S. PRÁT (1928 b), T. LAINE (1933)] was used, but the results were checked by using DAVIDSON-CAPEN's (1929) chemical method. Practice showed that in using the DAVIDSON-CAPEN method the exudation sap had to be evaporated to dryness and the remainder then burned, since other compounds, probably organic, contained by the exudation sap otherwise hindered the formation of the permanganate. The potassium determinations were made using PINCUSSEN's (1930) method and were checked by the polarograph [J. HEYROVSKÝ (1923)]. The calcium determinations were made chemically only according to PINCUSSEN's method, since the polarograph was not suitable for use in calcium analyses, which fact had been previously noted by HEYROVSKÝ and BEREZISKÝ (1929).

The roots used in the experiments were retained, were carefully washed and were then dried at a temperature of  $80^{\circ}$  C. When for three days in succession the weighings gave the same results the roots were considered dry. To determine the absorbed manganese the roots were analyzed according to DAVIDSON-CAPEN's method. Before colourimetric determination the resulting permanganate solution was centrifuged until clear since filtration could not be used, as the substance used in filtering, even glass-wool, destroyed the colour of the solution.

## Experimental Part.

### 1. The Application of the Polarograph to Exudation Sap Analyses.

Since the polarograph had not been used in the analyses of the exudation sap of plants, it was necessary to make a few experiments to determine its adaptability. Exudation sap which was obtained from plants in manganese chloride solutions was studied by means of the polarograph. It was then found that the manganous ion was brought out very clearly by the polarograph curve of the exudation sap (see fig. 1).

When the concentration of the external solution was as low as  $10^{-5}$  n., it was still possible to detect the presence of manganese in the exudation sap. It seems, however, that when the external solutions contain salts of manganese the exudation sap obtained must be diluted and analyzed immediately, be-

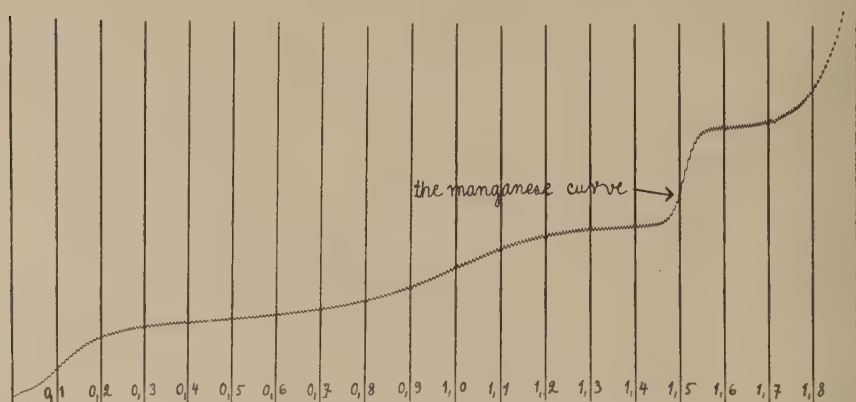


Fig. 1. Polarogram for exudation sap; the external solution was a simple manganese chloride solution.

cause the exudation sap easily forms a precipitate, especially in undiluted solutions. Even then the manganese seems to change into a polarographically inactive form. This «inactivation» of manganese seems to be dependent upon the time, i.e., the longer the time, the greater the amount of inactive manganese formed. PRIESTLEY (1925) and LITVINOV (1927) had also noted that the exudation sap, probably due to the effect of light, began to opalesce slowly.

The quantitative determination of the potassium in the exudation sap by means of the polarograph is more difficult. Generally very shallow curves are obtained, in which the maxima are especially difficult to determine (see fig. 2). It appears that the dilution of the exudation sap with water is advantageous to the formation of the polarogram for potassium, making the

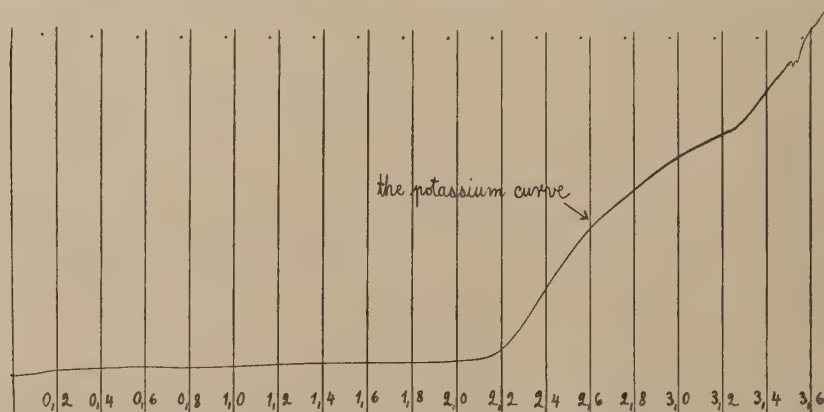


Fig. 2. Polarogram for exudation sap; the external solution was a simple potassium chloride solution.

maxima more distinct and acute. The small amounts of calcium in the sap hardly unite with the potassium to produce the potassium polarogram [J. HEYROVSKÝ (1923)].

The quantitative polarographic determination of the calcium in the exudation sap is perhaps impossible. Although the solutions are greatly diluted, below  $10^{-3}$  n., no real maximum can be obtained. Since experiments indicate that there is always some magnesium in the exudation sap, there may be some interference of magnesium in the formation of the calcium polarogram, for have not HEYROVSKÝ and BEREZISKÝ shown how magnesium, if there is enough of it in the solution, may greatly disturb, or may even entirely prevent the formation of the polarogram for the potassium in the same solution.

Practice shows further that in the polarographic measurement of the concentrations of the exudation sap it is not necessary to use any additional conductive electrolyte, since the exudation sap seems always to contain sufficient amounts of other salts to keep its conductivity sufficiently high. I observed also that an exudation sap of high manganese concentration does not indicate an adsorption maximum phenomenon. Therefore it was not necessary to add any surface-active compounds to the solution while making polarographic determinations. This indicates that the exudation sap itself must contain some strongly surface-active compounds.

## 2. The Relationship between the Concentrations of the Exudation Sap and those of the External Solution.

According to SABININ's formula,  $B = k(P_x - P_e)$ , the velocity of the exudation depends on the osmotic pressure of the external solution and therefore on its concentration. If the concentration of the external solution is sufficiently high, the velocity of the exudation may be zero. Without going into his formula in detail it is important to know with what concentration of the external solutions the exudation is possible. For this purpose I made some preliminary experiments. The external solutions used were  $10^{-2}$  and  $10^{-4}$  n. solutions of potassium, manganese and calcium chloride, and distilled water. I then observed that a  $10^{-2}$  n. solution of calcium chloride already practically prevents exudation. In the case of manganese chloride and potassium chloride solutions, exudation was still possible at this concentration, and when the external solution was distilled water, the exudation appears to take place well (see page 36). (For further information see tables 20 and 21). Thus we find that in the experiments we may use manganese and potassium chloride solutions whose concentrations are  $10^{-2}$  n. or lower. On the other hand  $10^{-3}$  n. calcium chloride solutions are the strongest that we may use (see table 19).



However, before we begin to study the dependence of the composition of the exudation sap on different external solutions it is important that we know what the composition of the exudation sap is when the external solution is distilled water.

As was to be expected, my experiments showed that the sap in this case contained no manganese. With regards to potassium and calcium the case, however, was different. My experiments showed that the concentration of the exudation sap regarding potassium was  $(111.4 \pm 16.9) \times 10^{-4}$  normal (eight parallel experiments) and regarding calcium  $(10.3 \pm 0.6) \times 10^{-4}$  normal (ten parallel experiments) when the external solutions were distilled water. These amounts of potassium and calcium must have entered the exudation sap in some way or other from the root tissues.

Table 3.

External solutions.	Mean values of the manganese concentrations of the exudation saps and their difference.
$10^{-2}$ n. $\text{MnCl}_2$	$35.3 \pm 5.4$ (12)
$10^{-3}$ n. »	$8.9 \pm 2.1$ (12)
	$26.4 \pm 5.8$
$10^{-3}$ n. $\text{MnCl}_2$	$8.9 \pm 2.1$
$10^{-4}$ n. »	$4.9 \pm 0.7$ (12)
	$4.0 \pm 2.2$
$10^{-2}$ n. $\text{MnCl}_2$	$35.3 \pm 5.4$
$10^{-4}$ n. »	$4.9 \pm 0.7$
	$30.4 \pm 5.4$
$10^{-4}$ n. $\text{MnCl}_2$	$4.9 \pm 0.7$
$10^{-5}$ n. »	$0.6 \pm 0.1$ (9)
	$4.3 \pm 0.7$

To find out how the concentration of the exudation sap depends on the concentration of the external solution, I arranged the following series of experiments. First I experimented with solutions of one salt, viz.,  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$  and  $10^{-4}$  n. solutions of potassium chloride,  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ ,  $10^{-4}$  and  $10^{-5}$  n. solutions of manganese chloride,  $10^{-3}$  and  $10^{-4}$  n. solutions of calcium chloride. When we compare the series of numbers denoting the concentrations of the exudation sap obtained with external solutions of different strength, applying the previously mentioned formulae for error calculation, we obtain the values given in tables 3—11. All numbers denoting the concentra-

tions of the exudation sap refer to normals and must be multiplied by  $10^{-4}$  to obtain the correct concentration. The numbers enclosed in parentheses denote the number of parallel experiments.

Table 3 shows us, that between the series of numbers representing the exudation saps corresponding to the  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ ,  $10^{-4}$  and  $10^{-5}$  n. external solutions of manganese chloride a distinct systematic difference exists, except in case no. 2, where the difference is nearly probable. This indicates that the exudation saps corresponding to the external solutions of different concentration vary in strength.

Now let us examine statistically the experiments with  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$  and  $10^{-4}$  n. solutions of potassium chloride and with  $10^{-3}$  and  $10^{-4}$  n. solutions of calcium chloride (see tables 4 and 5).

Table 4.

External solutions.	Mean values of the potassium concentrations of the exudation saps and their difference.
$10^{-2}$ n. KCl	$203.4 \pm 13.5$ (10)
$10^{-3}$ n. »	$149.5 \pm 14.1$ (13)
	$53.9 \pm 19.5$
$10^{-3}$ n. KCl	$149.5 \pm 14.1$
$10^{-4}$ n. »	$119.6 \pm 11.3$ (17)
	$29.9 \pm 18.1$
$10^{-2}$ n. KCl	$203.4 \pm 13.5$
$10^{-4}$ n. »	$119.6 \pm 11.3$
	$83.8 \pm 17.6$

Table 5.

External solutions.	Mean values of the calcium concentrations of the exudation saps and their difference.
$10^{-3}$ n. $\text{CaCl}_2$	$57.4 \pm 4.7$ (9)
$10^{-4}$ n. »	$39.2 \pm 2.3$ (11)
	$18.2 \pm 5.2$

In order that the differences in the concentrations of the exudation sap may be clearly noted, the differences in the concentrations of the external solution must, as is shown in tables 3, 4 and 5, be greater in the case of potassium chloride than when the experiments are made using calcium or manganese chloride solutions. In the last two cases a tenfold difference in

the concentrations of the external solutions is sufficient, but with potassium chloride the difference must be hundredfold. The exudation saps obtained with  $10^{-2}$  and  $10^{-3}$  n. external solutions of potassium chloride are obviously different in concentration, but in those obtained with  $10^{-3}$  and  $10^{-4}$  n. solutions there is no clear difference in the concentrations. The difference in the concentrations divided by the average error of the difference is, however, greater than one.

Note however that when the external solution is distilled water the exudation sap contains both calcium and potassium as I have indicated previously (see page 16).

Now let us compare the average concentrations of the saps with the corresponding concentrations of the external solutions (see table 6).

Table 6.

*Comparison of the concentrations of the exudation saps and the corresponding external solutions. Based on tables 3, 4 and 5.*

Solutions.	Concentrations of the external solutions.	Corresponding cation concentrations of the exudation saps.
Potassium chloride	$10^{-2}$ normal	$203.4 \times 10^{-4}$ normal
	$10^{-3}$ »	149.5 » »
	$10^{-4}$ »	119.6 » »
Calcium chloride	$10^{-3}$ »	57.4 » »
	$10^{-4}$ »	39.2 » »
Manganese chloride	$10^{-2}$ »	35.3 » »
	$10^{-3}$ »	8.9 » »
	$10^{-4}$ »	4.9 » »
	$10^{-5}$ »	0.6 » »

Table 6 indicates that as the concentration of the external solution increases, the corresponding concentration of the exudation sap also increases. Its increase does not take place in the same proportion as that of the external solution. When the latter increases tenfold, the concentration of the exudation sap increases to double its former amount at the most, depending upon the substance in question. Only very weak, below  $10^{-4}$  n., solutions of manganese chloride and probably also very weak solutions of the other salts differ in this respect, but there is a special reason for this, as we shall see later. Before we begin to make any broad deductions from the foregoing, let us see what the concentrations of the exudation saps are when the external solution is formed of the combined solutions of two salts.

Table 7.

*Experiments with  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$  and  $10^{-4}$  n. combined solutions of potassium and manganese chloride.*

External solutions.	Mean values of the potassium concentrations of the exudation saps and their difference.	Mean values of the manganese concentrations of the exudation saps and their difference.
$10^{-3}$ n. KCl + $10^{-2}$ n. $MnCl_2$	$330.2 \pm 23.6$ (8)	$9.5 \pm 0.7$ (8)
$10^{-3}$ n. » + $10^{-3}$ n. »	$102.2 \pm 4.7$ (10)	$5.3 \pm 0.6$ (10)
	$228.0 \pm 24.1$	$4.2 \pm 0.9$
$10^{-3}$ n. KCl + $10^{-3}$ n. $MnCl_2$	$102.2 \pm 4.7$ -	$5.3 \pm 0.6$
$10^{-4}$ n. » + $10^{-4}$ n. »	$93.3 \pm 13.4$ (8)	$2.5 \pm 0.3$ (8)
	$8.9 \pm 14.2$	$2.8 \pm 0.7$

Table 7 shows that the exudation saps obtained from the combined external potassium and manganese chloride solutions of different concentrations differ in manganese concentration. As the manganese concentration of the external solution increases tenfold, the manganese concentration of the exudation sap increases twofold, i.e., not in the same proportion as the external solution. We see, therefore, that regarding the manganese concentrations of the exudation saps the same rule holds in the case of the combined solutions with potassium as in the simple solutions. The same rule holds also when the manganese chloride is combined with calcium chloride. Table 8, for instance, shows that the manganese concentration of the exudation sap increases to about double its former value when the increase in the manganese concentration of the external solution is tenfold.

Table 8.

*Experiments with  $10^{-3}$  and  $10^{-4}$  n. combined calcium and manganese chloride solutions.*

External solutions.	Mean values of the manganese concentrations of the exudation saps and their difference.	Mean values of the calcium concentrations of the exudation saps and their difference.
$10^{-3}$ n. $CaCl_2$ + $10^{-3}$ n. $MnCl_2$	$6.1 \pm 0.5$ (11)	$37.6 \pm 1.9$ (11)
$10^{-4}$ n. » + $10^{-4}$ n. »	$2.8 \pm 0.2$ (13)	$27.0 \pm 1.3$ (13)
	$3.3 \pm 0.5$	$10.6 \pm 2.3$



But what happens to the other component in each of the solutions, viz., potassium and calcium? Table 8 shows that the exudation saps differ regarding their calcium concentrations. Table 7 again shows, that when the external solutions are  $10^{-3}$  and  $10^{-4}$  n., there is no systematic difference between the potassium concentrations of the exudation saps, although the values for the average concentrations are different. But when the external solutions are  $10^{-2}$  and  $10^{-3}$  n., there is a difference, approximately threefold, between the potassium concentrations of the exudation sap. Also for the combined solutions the same regularity exists as in the case of the simple solutions: as the potassium and calcium concentrations of the external solutions increase, so also do the concentrations of these ions in the exudation sap, but not in the same proportion.

We have thus cleared up several cation concentrations of the exudation saps. We know also the corresponding concentrations of the external solutions. Now we inquire what relation exists between the concentration of each cation of the exudation sap and the corresponding concentrations of the external solutions. On studying tables 6 and 9, we may note several very interesting values. The exudation saps of those plants whose roots have been in  $10^{-4}$ ,  $10^{-3}$  and  $10^{-2}$  n. combined solutions of manganese and potassium

Table 9.

*Comparison of the concentrations of the exudation saps and the corresponding combined external solutions. Based on tables 7 and 8.*

Solutions.	Corresponding cation concentrations of the sap.	
	Potassium	Manganese
$10^{-2}$ n. KCl + $10^{-2}$ n. MnCl <sub>2</sub>	$330.2 \times 10^{-4}$ n.	$9.5 \times 10^{-4}$ n.
$10^{-3}$ n. » + $10^{-3}$ n. »	$102.2 \times 10^{-4}$ n.	$5.3 \times 10^{-4}$ n.
$10^{-4}$ n. » + $10^{-4}$ n. »	$93.3 \times 10^{-4}$ n.	$2.5 \times 10^{-4}$ n.
	Calcium	Manganese
$10^{-3}$ n. CaCl <sub>2</sub> + $10^{-3}$ n. MnCl <sub>2</sub>	$37.6 \times 10^{-4}$ n.	$6.1 \times 10^{-4}$ n.
$10^{-4}$ n. » + $10^{-4}$ n. »	$27.0 \times 10^{-4}$ n.	$2.8 \times 10^{-4}$ n.

chloride solutions, indicate  $2.5 \times 10^{-4}$  n.,  $5.3 \times 10^{-4}$  n. and  $9.5 \times 10^{-4}$  n. concentrations of manganese. As we can see, these values bear a ratio of approximately 1 : 2 : 4. A similar relation may be noted in the manganese concentrations of the exudation sap when the plants have been in  $10^{-4}$  and  $10^{-3}$  n. combined solutions of calcium and manganese chloride, as well as when  $10^{-4}$  and  $10^{-3}$  n. solutions of manganese chloride alone form the external solution (table 6). The exudation saps obtained with  $10^{-2}$  and  $10^{-5}$

n. external solutions of manganese chloride are an exception, however, since the concentrations of the former are about four times the concentrations of the exudation saps obtained with  $10^{-3}$  n. solutions ( $35.3 \times 10^{-4}$  n.), and of the latter about one eighth of those obtained with  $10^{-4}$  n. solutions ( $0.6 \times 10^{-4}$  n.).

The exudation saps obtained from  $10^{-4}$ ,  $10^{-3}$  and  $10^{-2}$  n. solutions of potassium chloride also indicate a definite regularity (table 6). It seems that their potassium concentrations,  $119.6 \times 10^{-4}$  n.,  $149.5 \times 10^{-4}$  n. and  $203.4 \times 10^{-4}$  n., bear a ratio of approximately  $1 : 1.3 : (1.3)^2$  to each other. The combined potassium and manganese chloride solutions, however, do not indicate such a regularity regarding potassium.

In addition note that the ratio of the calcium concentrations of the exudation saps obtained with  $10^{-4}$  and  $10^{-3}$  n. external solutions is 1.46 in the case of the simple calcium chloride solutions and 1.39 with the combined solutions with manganese, although the calcium concentration of the saps in the case of the combined external solutions is much lower than it is when the simple calcium chloride solutions form the external solutions. Thus the ratio mentioned above we may consider to be approximately 1.4.

Let us investigate more closely the case where the external solution is a  $10^{-5}$  n. solution of manganese chloride. When the external solutions, after the roots had been taken out, were analyzed by the polarograph, no manganese curve was obtained (eleven parallel experiments). Several root analyses indicated also that it is likely that all the manganese of the external solutions has been absorbed by the roots. For these reasons, the exudation sap did not contain a sufficient or, should I say, the regular amount of manganese. When the amount obtainable from a solution is sufficient, a proportional amount goes into the exudation sap from even a  $10^{-5}$  n. solution. This is indicated by the following experiments.

When, for example, I carried out experiments with  $10^{-5}$  n. flowing solutions of manganese chloride, in which the external solution changed about three times every twenty-four hours, the concentrations of the exudation sap from the plants in such solutions were found to be much higher,  $2.6 \times 10^{-4}$  n. on the average (see table 10). We find that the concentrations of the exudation sap obtained with a  $10^{-5}$  n. flowing solution and a  $10^{-4}$  n. standing solution,  $2.6 \times 10^{-4}$  n. and  $4.9 \times 10^{-4}$  n., bear a ratio of approximately  $1 : 2$  to each other. Perhaps we should not compare these experiments which have been carried out so differently, but the comparison of experiments with  $10^{-3}$  n. flowing and standing solutions (see table 11) of manganese chloride gives us some right to do this. From table 11 we see that there is no clear systematic difference between the manganese concentrations of the exudation sap obtained in each way. We may note also that the concentrations of the exuda-

tion sap,  $2.6 \times 10^{-4}$  n. and  $11.6 \times 10^{-4}$  n., obtained from  $10^{-5}$  and  $10^{-3}$  n. flowing solutions of manganese chloride bear a ratio of approximately 1 to 4, in accordance with the principle mentioned above.

Table 10.

*Comparison of the manganese concentrations of the exudation saps. The external solutions were  $10^{-5}$  n. flowing and standing solutions of manganese chloride.*

External solutions.	Mean values of the concentrations of the exudation saps and their difference.
$10^{-5}$ n. flowing $\text{MnCl}_2$	$2.6 \pm 0.4$ (10)
$10^{-5}$ n. standing »	$0.6 \pm 0.1$ (9)
	$2.0 \pm 0.4$

Table 11.

*Comparison of the manganese concentrations of the exudation saps. The external solutions were  $10^{-3}$  normal standing and flowing solutions of manganese chloride.*

External solutions.	Mean values of the concentrations of the exudation saps and their difference.
$10^{-3}$ n. flowing $\text{MnCl}_2$	$11.6 \pm 1.9$ (7)
$10^{-3}$ n. standing »	$8.9 \pm 2.1$ (12)
	$2.7 \pm 2.8$

Thus we have seen that when the concentrations of the external manganese chloride solutions vary as the numbers 1, 10, 100, 1000 and so on, the concentrations of the exudation sap vary as the numbers 1, 2, 4, 8, etc. And such is the case whether the solutions in question are simple or combined, except when the external solution is a  $10^{-2}$  n. solution of purely manganese chloride. And even then the concentration is only about twice as great as it should be according to the principle previously mentioned.

Thus if we let the concentrations of the external solutions increase as the terms of the geometric progression

$$a, av, av^2, \dots$$

in which the common ratio  $v = 10$ , the manganese concentrations of the exudation sap increase as the terms of the following geometric progression

$$b, bu, bu^2, \dots$$

in which the common ratio  $u = 2$ .

Now let us represent the interdependence of the common ratios,  $u$  and  $v$ , by the equation:

$$1. \quad u^p = (v^p)^{\frac{1}{n}}$$

On solving this equation, we obtain:

$$2. \quad n = \frac{\log v}{\log u}$$

from which, by substituting for  $v$  and  $u$  their numerical values, we obtain for the value of  $n$  3.3, which is in this case the value of the constant characteristic for manganese.

If we now write  $b = k' \cdot a$  and multiply the left-hand term of equation 1 by  $b$  and the right-hand term by  $k' \cdot a$ , we shall obtain the following formula:

$$3. \quad b \cdot u^p = k' \cdot a (v^p)^{\frac{1}{n}}$$

This equation we may write in the form:

$$b \cdot u^p = k' \cdot a^{\frac{n-1}{n}} (a \cdot v^p)^{\frac{1}{n}}$$

As is shown on page 28 the term  $b \cdot u^p$  is the concentration of the exudation sap which we may denote by  $s$ , and  $a \cdot v^p$  the concentration ( $c$ ) of the external solution. If we now write  $k' \cdot a^{\frac{n-1}{n}} = k$  the equation takes the form:

$$4. \quad s = k \cdot c^{\frac{1}{n}}$$

In this equation  $k$  is a constant characteristic for manganese, and its value can be obtained from formula 4 by substituting for  $n$  its value 3.3 and solving for  $k$ .

The penetration of pure potassium chloride solutions into the exudation sap may also, in certain limits, corresponding in this case to external solutions from  $10^{-2}$  to  $10^{-4}$  normal in concentration, be represented by equation 4 (see page 16). Then the values for  $k$  and  $n$  are, of course, different. According to equation 2,  $n$ , in this case, is  $\frac{\log 10}{\log 1.3}$  or approximately 8.8, since the concentration ratio of the exudation sap obtained with pure potassium chloride solutions is about 1.3.

The ratio of the calcium concentrations of the exudation saps we have found, as is shown on page 21, to be about 1.4, when that of the external solutions is 10. If we calculate the value of  $n$  according to this, we shall obtain for  $n_{Ca}$  approximately 6.8. We find therefore that under the same conditions



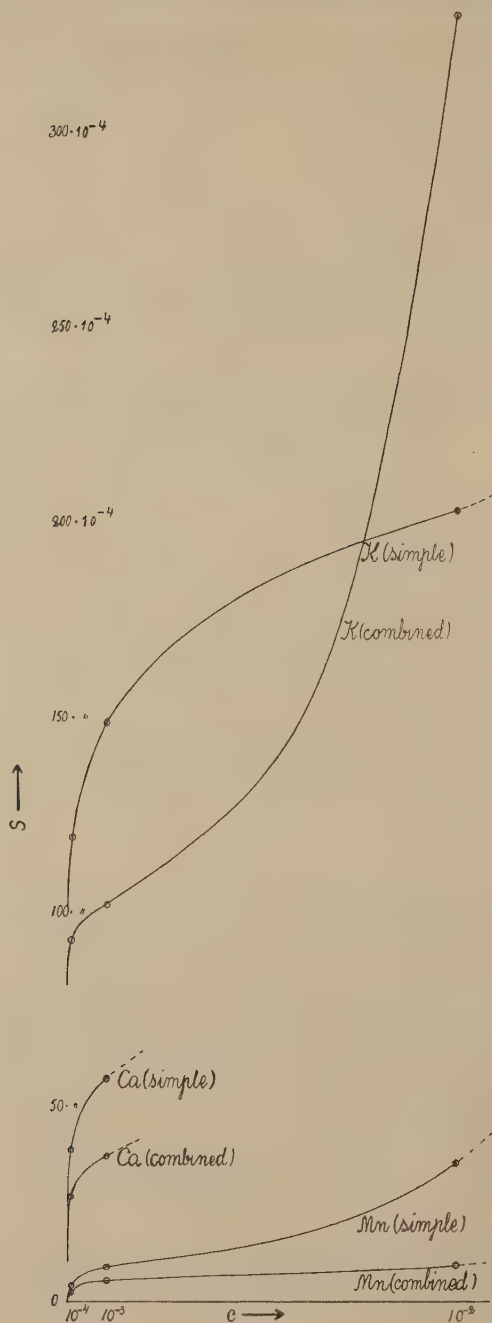


Fig. 3.

the values of  $n$  vary for different elements;  $\frac{1}{n_{\text{Mn}}} = 0.3$ ,  $\frac{1}{n_{\text{Ca}}} = 0.15$ ,  $\frac{1}{n_{\text{K}}} = 0.1$ . And we obtain the following series of fractional exponents:

$$\frac{1}{n_{\text{Mn}}} > \frac{1}{n_{\text{Ca}}} > \frac{1}{n_{\text{K}}}$$

When we calculate the values of the constant  $k$  for each substance from equation 4 we obtain the following series:

$$k_{\text{K}} > k_{\text{Ca}} > k_{\text{Mn}}$$

for  $k_{\text{Mn}} \sim 0.004$ , when the external solution is a combined manganese chloride solution, and (possibly) about 0.008, when the external solution is a simple solution. From the same formula we obtain 0.016 for the value of  $k_{\text{Ca}}$  and 0.033 for  $k_{\text{K}}$  when the external solutions are simple solutions.

But the values of  $k$  and  $n$  were also determined in another way, viz., by using the graphic interpolation method [FREUNDLICH (1907)] and the same values were obtained as by the above method.

Equation 4 indicates how the concentration of a definite cation in the exudation sap depends upon the corresponding concentration of the external solution. Let us call it the concentration equation of the exudation sap. Gra-

phically represented it is a logarithmic curve, which is determined by the constants  $k$  and  $n$ . Since, as we have just seen, the values of  $k$  and  $n$  differ for each element, the nature of the curve depends upon the permeating substance. In fig. 3 are presented the concentration curves for potassium, calcium and manganese.

### 3. The Accumulation of Manganese into the Roots.

We have already mentioned that the polarographic measurements of the solutions of manganese chloride, originally  $10^{-5}$  n., in which the roots had been immersed for two days, did not give any curve for manganese. Since the average rise of these exudation saps for each glass tube was 5.8 cm. in two days (one hundred parallel experiments), and the diameter of the tubes was 3.6 mm., the quantity of exudation sap for each root was 0.59 ccm. In each culture-vessel there were ten roots and the manganese concentration of the exudation sap was  $0.6 \times 10^{-4}$  n. (see table 10). So for each culture-vessel the exudation was 5.9 ccm. of the  $0.6 \times 10^{-4}$  n. manganese chloride solution. Originally there were 1200 ccm. of a  $0.1 \times 10^{-4}$  n. manganese chloride solution. Of the manganese in the external solution about 3.5 % had disappeared through exudation; this is so little that it is not indicated by the polarograph, since the error in polarographic determination is about 5 % [KEMULA (1931)]. If the manganese, therefore, had disappeared from the external solution only through exudation a polarographic wave of the original size, about 5 mm. high, should have been obtained for manganese. Since such was not the case the manganese must have gone from the solution in some other way.

It is obvious that some of the nutrient salts absorbed by the plants may also remain in the roots, and it is not to be supposed that manganese should be an exception to this. LUNDEGÅRDH (1932) has shown that large amounts of manganese precipitate — as the peroxide, he believes — in the roots. To find out the amounts of manganese from solutions of different concentrations, simple and combined, that remain in the roots, I made several experiments, the results of which are given in table 12. The roots, which had been in  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$  and  $10^{-4}$  n. solutions of manganese chloride, in combined solutions with potassium chloride of the same concentrations, and in combined  $10^{-3}$  and  $10^{-4}$  n. solutions of manganese and calcium chloride, were washed, dried, weighed and analyzed as described on page 13.

In table 12 is given the quantity of manganese,  $a$ , absorbed by the ten roots divided by the dry weight,  $m$ , of the ten roots, or the quantity of manganese absorbed per mgr. of dry matter of the roots. From the table we see that large quantities of manganese do remain in the roots. From a

simple solution,  $10^{-4}$  n. regarding manganese, 1.7 mgr. of manganese remain in the ten roots. In the same time from a  $10^{-3}$  n. solution, 3.5 mgr. and from a  $10^{-2}$  n. solution, 7.1 mgr. of pure manganese are absorbed by the roots. When the ratios, which are obtained as described above, from external solutions of different concentrations, viz.,  $10^{-4}$ ,  $10^{-3}$  and  $10^{-2}$  n., are compared with each other, ratios given in table 13 are obtained.

Table 12.

*Analyses of the roots that have been immersed in simple manganese chloride solutions and in combined solutions with calcium and potassium. Each of parallel experiments contained ten plants.*

External solutions.	<i>a</i> (mgr.)	<i>m</i> (mgr.)	$\frac{a}{m}$	Number of parallel experi- ments.
$10^{-4}$ n. $\text{MnCl}_2$ .....	1.7	431	0.0039	4
$10^{-3}$ » » .....	3.5	442	0.0079	6
$10^{-2}$ » » .....	7.1	414	0.0171	7
$10^{-4}$ n. $\text{MnCl}_2$ + $10^{-4}$ n. $\text{KCl}$ ..	1.6	435	0.0037	5
$10^{-3}$ » » + $10^{-3}$ » » ..	3.1	408	0.0076	3
$10^{-2}$ » » + $10^{-2}$ » » ..	6.5	397	0.0164	8
$10^{-4}$ n. $\text{MnCl}_2$ + $10^{-4}$ n. $\text{CaCl}_2$ ..	1.6	480	0.0033	10
$10^{-3}$ » » + $10^{-3}$ » » ..	3.7	567	0.0065	9

Table 13.

*Ratios of the amounts of manganese absorbed by one mgr. of the dry weight of the roots from manganese chloride solutions whose concentrations bear a ratio of 10.*

Pure manganese chloride solutions.	Combined potassium and manganese chloride solutions.	Combined calcium and manganese chloride solutions.
$\frac{a_3}{m_3} : \frac{a_4}{m_4} = 2.0$	$\frac{a_3}{m_3} : \frac{a_4}{m_4} = 2.0$	$\frac{a_3}{m_3} : \frac{a_4}{m_4} = 2.0$
$\frac{a_2}{m_2} : \frac{a_3}{m_3} = 2.2$	$\frac{a_2}{m_2} : \frac{a_3}{m_3} = 2.2$	

The ratios given in table 13 we may consider equal and  $\approx 2$  approx. This means that when the manganese concentration of the external solution increases ten, a hundred and a thousandfold, the amount of manganese

absorbed by equal amounts of the dry matter of the roots increases two-, four- and eightfold. If we wish to determine the dependence of the amount of manganese which has remained in the roots upon the concentration of the external solution, it may be easily noted that we shall obtain an equation which resembles very much the equation for the exudation sap concentration obtained above. If we denote by  $\alpha$  the amount of manganese absorbed by one milligram of the root dry matter and by  $c$  the concentration of the external manganese chloride solution, we shall obtain equation 5 (see deduction on page 23).

$$5. \quad \alpha = k_1 \cdot c^{\frac{1}{n}}$$

$k_1$  and  $n$  are constants, and the value of  $n$ , calculated from equation 2 is now also 3.3.

Now the question arises: in what form are such large amounts of manganese to be found in the roots. I found no way by which this could be fully determined. I did find, however, that the greater part of the manganese in the roots is in a form which is insoluble in water. When I digested for three weeks in 150 ccm. of distilled water roots which had been over forty-eight hours in a  $10^{-2}$  n. manganese chloride solution (three parallel experiments), and after drying, analyzed them, there appeared to be almost the same amount of manganese, 7.7 mgr., in the ten roots as there had been in the ten undigested roots.<sup>1)</sup> The dry weight of the ten roots after digestion was about 400 mgr.

When the digesting solutions were then studied polarographically, they were found to contain about 1.8 mgr. of manganese.

As the ten roots contained after digestion 7.7 mgr. of manganese, the amount of manganese in the roots before digestion was approximately 9.5 mgr. So we find that about 80 % of the manganese in the roots is in a form which is insoluble in water. According to LUNDEGÅRDH (1932), it is to be supposed that the insoluble part of the manganese in the roots is in the form of the peroxide. This supposition is probably correct, although I observed no dark peroxide grains in the root tissues when I studied sections of the roots under a microscope.

---

<sup>1)</sup> Before digestion the roots were washed thoroughly. Then they were placed in Erlenmeyer bottles, ten roots in each. The bottles contained 150 ccm. of distilled water and were stoppered with cotton-wool. They were then sterilized in an autoclave under a pressure of two atmospheres, during which the roots were killed. The bottles were not opened and the roots were allowed to digest for three weeks in this water. Thus the destruction of the cells of the roots through decay was prevented and therefore the insoluble manganese salts of the cells did not enter the solution.



#### 4. The Accumulation of Thallium into the Roots.

Very interesting from the viewpoint of the accumulation of manganese into the roots seem to be those investigations which I have made on the thallium absorption of the cut roots, since thallium, like manganese is not originally present in the plant. Although my investigations still continue I shall mention in this connection however briefly those results which I already have obtained regarding the accumulation of thallium into the cut roots.

The experiments were carried out in the same way as the previous experiments. The external solutions used were  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$  and  $10^{-4}$  normal thallious sulphate solutions. I carried out three parallel experiments, each comprising ten plants. When the roots had been washed, dried, weighed and burned, to the ash were added five drops of concentrated sulphuric acid which was then diluted with water to 50 ccm. and heated to boiling. From the solutions thus obtained the thallium was determined polarographically. Table 14 gives us the results obtained.

Table 14.

*Analyses of roots that have been immersed in thallious sulphate solutions for two days.*

External $\text{Ti}_2\text{SO}_4$ solutions.					
$10^{-4}$ normal		$10^{-3}$ normal		$10^{-2}$ normal	
$a$	$m$	$a$	$m$	$a$	$m$
2.3 mgr.	617 mgr.	4.6 mgr.	583 mgr.	9.1 mgr.	517 mgr.
$\frac{a_4}{m_4} = 0.0037$		$\frac{a_3}{m_3} = 0.0079$		$\frac{a_2}{m_2} = 0.0176$	

As table 14 indicates, the amounts of thallium absorbed by one milligram of the dry matter of the roots,  $\frac{a}{m}$ , bear a ratio of approximately the numbers 1, 2 and 4. To represent the dependence of these amounts of thallium upon the concentration of the external solution we obtain, therefore, the following equation:

$$6. \quad \frac{a}{m} = k \cdot c^{\frac{1}{n}}$$

A remarkable fact is that the value for the constant  $n$  in this case seems to be approximately the same as that for manganese, i.e., about 3.3; and perhaps more remarkable is that between those values which denote the amounts

of manganese and thallium absorbed by one milligram of the dry matter of the roots there seems to be no appreciable difference when the concentrations of the external solutions are the same (see tables 12 and 14).

### 5. The Influence of Flowing External Solutions on the Absorption of Manganese.

As my reader has noticed, I have deduced the equations 4 and 5 empirically. Now it is necessary to find out if it is possible to deduce them theoretically in some way or other. When we study the equations we cannot help noting that they show a marked resemblance to FREUNDLICH's equation for the adsorption isotherm. Our attention is drawn first to equation 5. In this as well as in FREUNDLICH's equation,  $a$  has the same significance, namely, the amount of substance taken up by one milligram of the adsorbent. It seems also that the constants  $k$  and  $n$  stand for the same thing in equation 5 as in FREUNDLICH's equation. On the other hand,  $c$  does not denote the same thing in both the equations. By  $c$  I have denoted the original concentration of the external solution; by  $c$  FREUNDLICH denotes the concentration of the external solution at the end of the experiment or, in other words, the equilibrium concentration of the external solution.

But what is the equilibrium concentration of the external solution in my experiments? Its direct measurement is difficult. If, for instance, the external solution is very weak, about  $10^{-5}$  n., its concentration decreases so much through the action of the roots that the substance in question can not be detected in it at all, as we have shown earlier. If, again, the original concentration is high,  $10^{-3}$  n. or greater, the decrease in the concentration of the external solution due to the action of the roots is so small that it cannot be detected by even so sensitive an apparatus as the polarograph. Therefore an indirect method must be used: subtract the amount absorbed by the roots plus the amount which is in the exudation sap from the total amount which the solution contained. By doing this we obtain for the solutions the equilibrium concentrations given in table 15.

As we see from table 15, the numbers which denote the ratio of the equilibrium concentrations of two successive external solutions whose original concentrations vary as the numbers 10 and 1, are not equal. So the phenomenon does not seem to be fully analogous to the adsorption phenomenon of FREUNDLICH. Practically speaking however, the difference in these phenomena is negligible. The equilibrium concentrations given may not correctly represent the true equilibrium between the solution and the roots. It may be that the whole solution is not physiologically active. We have seen that the concentration of the exudation sap is very seldom the same as that of the external

Table 15.

*Decrease in the concentrations of standing manganese chloride solutions in two days through the action of the roots.*

Original concentrations of the external solutions.	Equilibrium concentrations of the external solutions.	Decrease in the concentrations of external solutions.	Ratios of successive equilibrium concentrations.
$1000 \times 10^{-5}$ n.	$978.5 \times 10^{-5}$ n.	2.2 %	$\frac{978.5}{89.4} = 10.9$
$100 \times 10^{-5}$ n.	$89.4 \times 10^{-5}$ n.	10.6 %	$\frac{89.4}{4.8} = 18.6$
$10 \times 10^{-5}$ n.	$4.8 \times 10^{-5}$ n.	52.0 %	$\infty$
$1 \times 10^{-5}$ n.	0	100 %	

solution. Often its concentration may be higher than that of the external solution. This may give reason to believe that the concentration of the external solution is not the same throughout the solution but that in it dehomogenisation takes place so that the concentration of the solution immediately around the roots is lower than elsewhere in the solution.

If, therefore, the roots of the plants are surrounded by such a layer, whose concentration differs from that of the rest of the solution, only this surrounding solution is physiologically active. The rest of the solution acts upon the roots of the plants only through the agency of this layer. The concentration of this equilibrium layer can scarcely be measured in any way. Into this layer new ions can come only by a relatively slow diffusion. To this is due the fact that if the external solution is mechanically mixed or is arranged to flow continually, the equilibrium of this physiologically active layer is disturbed. To find out if such is the case I made the experiments recorded in table 16 with flowing  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ ,  $10^{-4}$  and  $10^{-5}$  n. solutions of manganese chloride. Since the external solutions are being constantly renewed, we may consider their concentration constant. Now, if the amounts of manganese absorbed by the roots still increase in geometric proportion, when the external solutions do, we have proved that the absorption process of manganese in the roots is, in form at least, similar to the adsorption phenomenon of FREUNDLICH.

The experiments were carried out in 1200 ccm. culture-vessels, as were the earlier experiments. Three parallel experiments were conducted, each of which comprised ten plants. The experimental solution was allowed to

flow through glass tubes from containers to the bottom of the vessels, and the excess was allowed to run over the edges of the vessels. The rate of flow of the solution was such that the solution in the culture-vessels was renewed seven times in twenty-four hours. As the duration of the experiments was two days the roots in each vessel came into contact with 18 litres of the experimental solution.

I made sure that the solutions in the vessels were thoroughly mixed from the bottom to the edges of the vessel by doing the same experiments with water to which had been added methyl blue. I then found that the coloured solution was homogeneous throughout the experiment. When, after two days the experiments were discontinued, the roots were washed, dried, weighed and analyzed as before, the results which are reported in table 16 were obtained.

Table 16.

*Analyses of the roots that have been immersed in flowing manganese chloride solutions two days.*

External solutions.							
10 <sup>-5</sup> n. MnCl <sub>2</sub>		10 <sup>-4</sup> n. MnCl <sub>2</sub>		10 <sup>-3</sup> n. MnCl <sub>2</sub>		10 <sup>-2</sup> n. MnCl <sub>2</sub>	
<i>a</i>	<i>m</i>	<i>a</i>	<i>m</i>	<i>a</i>	<i>m</i>	<i>a</i>	<i>m</i>
1.5 mgr.	500 mgr.	2.8 mgr.	467 mgr.	5.9 mgr.	483 mgr.	10.8 mgr.	450 mgr.
$\frac{a_5}{m_5} = 0.0030$ mgr.		$\frac{a_4}{m_4} = 0.0060$ mgr.		$\frac{a_3}{m_3} = 0.0122$ mgr.		$\frac{a_2}{m_2} = 0.0240$ mgr.	

In the lowest column of table 16 are given the amounts of manganese absorbed by one mgr. of the dry matter of the roots in each case. We can see that these amounts, 0.0030, 0.0060, 0.0122, 0.0240 mgr. vary as the numbers 1, 2, 4, 8. When we represent this absorption of manganese mathematically, we obtain an equation similar to the one obtained above (5). (See equation 7).

$$7. \quad a = k_2 \cdot c^{\frac{1}{n}}$$

We see that the value of  $n$  is now the same as before but the value of  $k_2$  is greater than that of  $k_1$ , because the left-hand term,  $a$ , of the equation is in this case, under the same conditions, about one and one-half times as great as in 5 (see table 18).

Let us now investigate what significance  $c$  has in equation 7. According to table 17 the equilibrium concentrations of the external solutions, when flowing solutions are used, are  $997.3 \times 10^{-5}$ ,  $98.8 \times 10^{-5}$ ,  $9.4 \times 10^{-5}$  and



Table 17.

*Decrease in the concentrations of flowing manganese chloride solutions in two days through the action of the roots.*

Original concentration of the external solutions.	Equilibrium concentrations of the external solutions.	Decrease in the concentrations of the external solutions.	Ratios of successive equilibrium concentrations.
$1000 \times 10^{-5} \text{ n.}$	$997.8 \times 10^{-5} \text{ n.}$	0.2 %	$\frac{997.8}{98.8} = 10.1$
$100 \times 10^{-5} \text{ n.}$	$98.8 \times 10^{-5} \text{ n.}$	1.2 %	$\frac{98.8}{9.4} = 10.5$
$10 \times 10^{-5} \text{ n.}$	$9.4 \times 10^{-5} \text{ n.}$	6.0 %	$\frac{9.4}{0.7} = 13.4$
$1 \times 10^{-5} \text{ n.}$	$0.7 \times 10^{-5} \text{ n.}$	30.0 %	

$0.7 \times 10^{-5} \text{ n.}$ , when the corresponding original concentrations are  $1000 \times 10^{-5}$ ,  $100 \times 10^{-5}$ ,  $10 \times 10^{-5}$  and  $1 \times 10^{-5} \text{ n.}$  The first three bear a ratio of approximately 100:10:1. The ratio of the last two 13.4 does not vary from this very much. We find therefore that in the first three cases at least the concentration of the external solution has been constant and equal to the original concentration. We have therefore, full right to say that  $c$  in these cases, in equation 7, stands for the equilibrium concentration of the external solution also, so that it has the same significance in equation 7 as in FREUNDLICH's equation for the adsorption isotherm. I have, therefore, been able to prove that the absorption of manganese by the roots of a plant, follows, at least in definite limits, FREUNDLICH's adsorption law, although the phenomenon obviously is not quite so simple.

And now we shall investigate again the equation for the exudation sap concentration, viz., equation 4. Its left-hand term represents, as will be remembered, the concentration of the exudation sap. The right-hand term, on the other hand, is analogous to the right-hand terms of the equations 5 and 7. If the rate of exudation were always the same and consequently independent of the concentration of the external solution, we might in place of  $s$  in equation 4 write  $a$  which denotes the amount of the element contained by the exudation sap. Equation 4 would then represent the adsorption equation in the form given by FREUNDLICH.

But is the rate of exudation independent of the concentration of the external solution?

Table 18.

*Comparison of the amounts of manganese absorbed by one mgr. of the dry weight of the roots from flowing and standing solutions of manganese chloride.*

Original concentrations of the external solutions.	Amount of manganese absorbed by one mgr. of the dry weight of the roots from:		Ratio of the amounts of manganese from flowing solutions to those from standing solutions.
	flowing solutions.	standing solutions.	
$10^{-2}$ n.	0.0240 mgr.	0.0171 mgr.	$\frac{0.0240}{0.0171} = 1.4$
$10^{-3}$ n.	0.0122 mgr.	0.0079 mgr.	$\frac{0.0122}{0.0079} = 1.5$
$10^{-4}$ n.	0.0060 mgr.	0.0039 mgr.	$\frac{0.0060}{0.0039} = 1.5$

## 6. The Rate of Exudation.

The preliminary experiments, in which I have measured the amount of exudation sap that has risen into vertical tubes, which had been connected to the roots, for equal lengths of time, have indicated that the heights of the exudation sap columns decrease as the concentration of the external solution increases (see page 16). We shall now investigate this phenomenon more closely.

Table 19.

*The heights (cm.) of the exudation sap columns in the glass tubes at the end of two days.*

External solutions.	Average heights of the exudation sap columns and their difference.
$10^{-4}$ n. $\text{CaCl}_2$ (19.5) <sup>1)</sup>	$2.5 \pm 0.3$ (100)
$10^{-3}$ n. » (17.5–18.0)	$1.4 \pm 0.2$ (86)
	$1.1 \pm 0.4$

When we consider the cases in which the roots have been in  $10^{-4}$  and  $10^{-3}$  n. solutions of calcium chloride (see table 19), we find that those in the  $10^{-4}$  n. solution raised a column 2.5 cm. high in two days. Those in the  $10^{-3}$  n. solution, on the other hand, brought about a rise of only 1.4 cm. in the same

<sup>1)</sup> The numbers enclosed in parantheses in this column denote the temperature in C° in the culture-vessels during the experiments.

time. As we may see from table 19, calculations show that a probable systematic difference exists between the values for the height of the exudation sap in the tubes obtained in each case. The rates of exudation are therefore unequal.

We arrive at a similar result if we study the effect of potassium chloride solutions of different concentrations on the rate of exudation. Table 20 gives us the results of experiments which have been carried out with  $10^{-4}$ ,  $10^{-3}$  and  $10^{-2}$  n. solutions of potassium chloride. We find in our calculations that, as the concentration of the external solution increases, the rate of exudation now also decreases. Potassium, however, affects the rate of exudation less than does calcium. The difference in the rates of exudation obtained with  $10^{-4}$  and  $10^{-3}$  n. solutions is scarcely probable (see table 20). As they do not prevent the permeation of water more than they do, the potassium salts are not suitable for use in experiments such as these. Even a  $10^{-4}$  n. solution of potassium chloride does not prevent the exudation any more than does distilled water (see table 20). <sup>1)</sup> The amplitude of concentration change of the external solution, in which potassium chloride might have a practical possibility of affecting the rate of exudation decisively, cannot be very large. It probably

Table 20.

*Heights (cm.) of the exudation sap columns in the glass tubes at the end of two days.*

External solutions.	Mean values of the heights of the exudation sap columns and their difference.
Distilled water (22.0)	$6.6 \pm 1.3$ (20)
$10^{-4}$ n. KCl (20.0)	$6.0 \pm 0.8$ (50)
	$0.6 \pm 1.6$
$10^{-4}$ n. KCl (20.0)	$6.0 \pm 0.8$ (50)
$10^{-3}$ n. » (20.0)	$4.1 \pm 0.6$ (50)
	$1.9 \pm 1.0$
$10^{-3}$ n. KCl (20.0)	$4.1 \pm 0.6$ (50)
$10^{-2}$ n. » (20.0)	$1.1 \pm 0.3$ (40)
	$3.0 \pm 0.7$

<sup>1)</sup> Another fact is that the external solution does not remain free from potassium and calcium although it may have originally been free from both. Like TUEVA (1926), I have noted that large amounts of potassium exosmose from the roots. Also I have found that small amounts of calcium and large amounts of organic compounds exosmose from the roots. Sugar did not appear to be one of these organic compounds.

extends from  $10^{-3}$  to  $10^{-2}$  n. solutions. I did not think it necessary, however, to experiment with such solutions, whose concentrations are within these limits, since the determination of the concentrations of the exudation saps was carried out in cases where the difference in concentration of the external solutions was greater.

Instead I made very accurate measurements of the rate of exudation in cases where the external solutions were  $10^{-5}$ ,  $10^{-4}$ ,  $10^{-3}$  and  $10^{-2}$  n. solutions of manganese chloride. Since observations made during the experiments have indicated that many external factors may affect the rate of exudation, either by accelerating or retarding it, the external conditions during the experiment were kept as similar as possible. [Compare HEYL'S (1933) investigation.] Of special importance I considered the maintenance of similar illumination for all experiments. The experiments with different solutions were made at the same time and the temperature was approximately  $20^{\circ}$  C. The glass tubes which were connected to the roots were selected with great care. Measurements were made at the end of twenty-four and forty-eight hours and the results given in table 21 were obtained.

When we study the results statistically, as they are given in table 21, we find that a hundredfold difference in the concentrations of the external

Table 21.

External solutions.	Heights (cm.) of exudation sap columns after twenty-four hours and their difference.	Heights (cm.) of exudation sap columns after two days and their difference.
$10^{-5}$ n. $\text{MnCl}_2$	$3.1 \pm 0.6$ (30)	$5.5 \pm 1.0$ (30)
$10^{-4}$ n. »	$2.1 \pm 0.3$ (40)	$4.9 \pm 0.6$ (40)
	$1.0 \pm 0.7$	$0.6 \pm 1.2$
$10^{-4}$ n. $\text{MnCl}_2$	$2.1 \pm 0.3$ (40)	$4.9 \pm 0.6$ (40)
$10^{-3}$ n. »	$1.2 \pm 0.2$ (40)	$2.1 \pm 0.3$ (40)
	$0.9 \pm 0.4$	$2.8 \pm 0.7$
$10^{-3}$ n. $\text{MnCl}_2$	$1.2 \pm 0.2$ (40)	$2.1 \pm 0.3$ (40)
$10^{-2}$ n. »	$0.9 \pm 0.2$ (40)	$1.1 \pm 0.2$ (40)
	$0.3 \pm 0.3$	$1.0 \pm 0.4$
$10^{-5}$ n. $\text{MnCl}_2$	$3.1 \pm 0.6$	$5.5 \pm 1.0$
$10^{-3}$ n. »	$1.2 \pm 0.2$	$2.1 \pm 0.3$
	$1.9 \pm 0.6$	$3.4 \pm 1.0$
$10^{-4}$ n. $\text{MnCl}_2$	$2.1 \pm 0.3$	$4.9 \pm 0.6$
$10^{-2}$ n. »	$0.9 \pm 0.2$	$1.1 \pm 0.2$
	$1.2 \pm 0.4$	$3.8 \pm 0.6$



solutions is required before a clear systematic difference in the heights of the corresponding exudation sap columns can be obtained. We find, however, that even in this case the following rule holds good: as the concentration of the external solution increases, the rate of exudation decreases, but not in the same proportion.

If we indicate graphically the relation between the rate of exudation and the concentration of the external solution, we obtain curves which are shown in fig. 4. They have their maximum value when the external solution is very weak, and decrease as the concentration of the external solution increases. If the external solution is very strong, the height of the curve is equal to

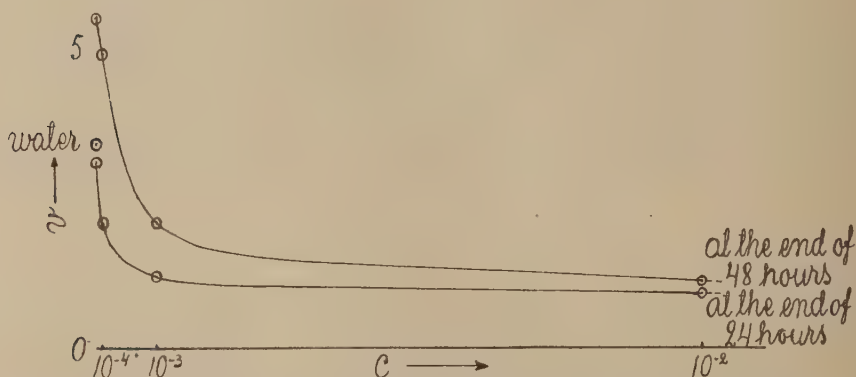


Fig. 4. Curves indicating the dependence of the rate of exudation upon the different concentrations of the external manganese chloride solution.

zero, as my experiments with 0.1 normal manganese chloride solutions have indicated. In fig. 4 are also presented the values for the heights of the sap columns after one and two days,  $3.4 \pm 0.7$  and  $6.6 \pm 1.8$  cm., when the external solutions were distilled water (twenty parallel experiments; the temperature  $22.0^\circ \text{C}$ ).

A very peculiar fact is that when we present these curves in logarithmic form, we find that, within certain limits, they approach straight lines, viz., the twenty-four-hour-curve within the concentration limits of  $10^{-2}$  and  $10^{-5}$  normals and the two-day-curve within limits of  $10^{-2}$  and  $10^{-4}$  normals (see fig. 5). The ratio between the rates of exudation from external solutions of different concentration must, therefore, within the above-mentioned limits, be approximately constant, since all the exceptions are in the limits of error (see table 21). In the former case the ratio is about 1.5 and in the latter approx. 2 (see table 22).

Table 22.

*Comparison of the rates of exudation. The exudation saps were obtained with solutions of different concentrations. Based on table 21.*

Concentrations of the external solutions.	Heights of the exudation sap columns at the end of one day.	Ratio of the heights at the end of one day.	Heights of the exudation sap columns at the end of two days.	Ratio of the heights at the end of two days.
$10^{-5}$ n.	3.1 cm.	$\frac{3.1}{2.1} = 1.5$	5.5 cm.	$\frac{5.5}{4.9} = 1.1$
$10^{-4}$ n.	2.1 cm.	$\frac{2.1}{1.2} = 1.8$	4.9 cm.	$\frac{4.9}{2.1} = 2.3$
$10^{-3}$ n.	1.2 cm.	$\frac{1.2}{0.9} = 1.3$	2.1 cm.	$\frac{2.1}{1.1} = 1.9$
$10^{-2}$ n.	0.9 cm.		1.1 cm.	

If we then denote by  $v$  the volume of water in the exudation sap per unit of time, which is practically equal to the total volume of the exudation sap, equation 8 shows us how it depends on the concentration of the external solution.

$$8. \quad \frac{I}{v} = k_v \cdot c^{\frac{I}{n_v}}$$

The value of  $n$  would be  $\frac{\log 10}{\log 1.5}$ , or approximately 5.7, for the twenty-four-hour-curve.

Now we are confronted with the question of whether or not this part of the curve has such theoretical significance that it warrants a special study. We have found that in approximately those limits, which this part of the curve presents, an absorption of manganese takes place according to the

equation  $s = k \cdot c^n$  (see pages 20—23). In more dilute solutions this regularity of absorption disappears apparently because of the weakness of the external solutions (see pages 20—21 and 25). When again the external solutions are stronger than  $10^{-2}$  normal practically no exudation takes place at all (see page 36). It seems, therefore, that this part of the curve has a special significance.

One may perhaps think that the increase in the sap concentration when the external solutions increase in concentration depends only upon the decrease in the sap volume. With manganese chloride it seems as if such were the case in definite limits, as the constant  $n$  for both the increase in

manganese and the corresponding decrease in the sap volume after two days has the same value, viz., approximately 3.3 (see pages 23 and 36.) But, after twenty-four hours however, the value of  $n$  for the sap volume is higher, about 5.7 (see page 37). And if we take into consideration the results with potassium and calcium the sap volume does not decrease in the same proportion as the corresponding sap concentration increases (see tables 19 and 20). It is possible, however, that a part of the calcium and potassium in the exudation sap has come from the tissues of the roots (see

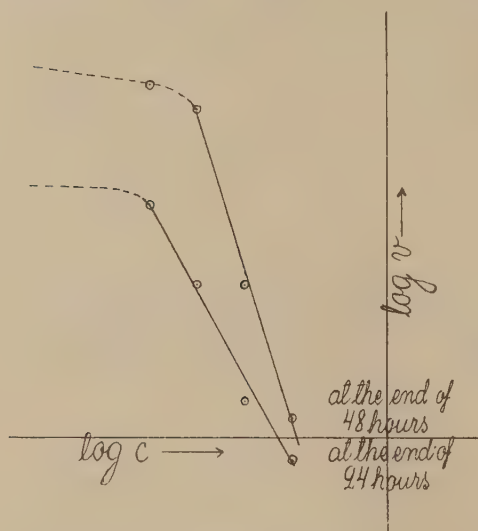


Fig. 5.

The curves of fig. 4 in logarithmic form. If we multiply the left-hand term of this equation by the left-hand term of equation 4 and the right-hand term by that of equation 4, we obtain:

$$9. \quad s \cdot v = \frac{k_{Mn}}{k_v} \cdot c \left( \frac{1}{n_{Mn}} - \frac{1}{n_v} \right)$$

The product  $s \cdot v$  is nothing else but the amount of manganese contained by the exudation sap. Let us denote it simply by  $a$ . The quotient  $\frac{k_{Mn}}{k_v}$  let us denote by  $K$  and  $\frac{1}{n_{Mn}} - \frac{1}{n_v}$  by  $\frac{1}{m}$ . The equation then takes the form:

$$10. \quad a = K \cdot c^{\frac{1}{m}}$$

page 16) and has effected an increase in the concentrations of these cations in the sap. Thus we cannot say what the state of affairs is in the case of potassium and calcium chloride. It seems, therefore, as if the question of whether or not the increase in the sap concentration regarding a definite cation depends upon the corresponding decrease in the sap volume, remains open.

Equation 8 we might also write in the form:

$$v = \frac{1}{k_v \cdot c^{\frac{1}{n_v}}}$$

But equation 10 is FREUNDLICH's equation for the adsorption isotherm in which the values for the constants are other than those of the equations given earlier. The value of the exponent  $m$  is about 8.3. We find, therefore, that the transition of manganese into the exudation sap is analogous to adsorption process, at least in specified limits and in simple cases.

In this connection may be mentioned that such curves as those in fig. 4 are not unknown in physical chemistry. When, for instance, we represent graphically the adsorption by carbon of a solvent from a strong solution, curves are obtained which fall as the concentration of the solution increases and are equal to zero when the concentration becomes very high. In logarithmic form they also are straight lines [FREUNDLICH (1932), GUSTAFSON (1916) and others].

In addition I wish to investigate the question of what effect the addition to the external solution of another electrolyte whose anion is the same as that of the electrolyte already in the solution, has on the rate of exudation. Experiments with solutions which were  $10^{-4}$ ,  $10^{-3}$  and  $10^{-2}$  n. with regard to potassium and manganese chloride, showed that here too the rate of exudation decreases as the concentration of the external solution increases (see table 23). When we then compare these values for the rates of exudation with those obtained when the external solutions are pure potassium chloride solutions we find that there is no definite systematic difference between them (see table 24). When the external solution is a  $10^{-2}$  n. combined solution of potassium and manganese chloride, the mean rate of exudation is almost half as great as when the external solution is a pure potassium chloride solution. Even in this case the difference between the values is not clear.

Table 23.

*Heights (cm.) of the exudation sap columns in the glass tubes at the end of two days. The external solutions were  $10^{-4}$ ,  $10^{-3}$  and  $10^{-2}$  n. combined potassium and manganese chloride solutions.*

External solutions.	Mean values of the heights of the exudation sap columns and their difference.
$10^{-4}$ n. KCl + $10^{-4}$ n. $\text{MnCl}_2$ (20.0)	$5.3 \pm 0.5$ (50)
$10^{-3}$ n. » + $10^{-3}$ n. » »	$3.2 \pm 0.3$ (50)
	$2.1 \pm 0.6$
$10^{-3}$ n. KCl + $10^{-3}$ n. $\text{MnCl}_2$ (20.0)	$3.2 \pm 0.3$ (50)
$10^{-2}$ n. » + $10^{-2}$ n. » »	$0.6 \pm 0.2$ (50)
	$2.6 \pm 0.4$



Let us now investigate the cases where the external solutions are pure manganese chloride solutions and combined solutions of manganese and potassium chloride (see table 25). Even now we cannot note any definite systematic difference between the rates of exudation from pure manganese chloride solutions and combined solutions of potassium and manganese chloride (see table 25). Only when the external solutions are  $10^{-3}$  n. does the error calculation indicate that the rate of exudation with the combined solution is greater than that with the simple manganese chloride solution. In all other cases there is not even a probable difference between them.

These remarkable results I can not explain satisfactorily, but it is not impossible that they are due to the effect of electrolytes on each other in the absorption process (see tables 28 and 31). These phenomena seem to be also contrary to the forementioned SABININ's formula  $B = k (Px - Pe)$ ; but comparing the results of his experiments with mine one must remember that SABININ's experiments may be in principle different from mine. In his experiments the same plant was immersed successively in different solutions and the time of immersion was short, only a few minutes.

Table 24.

*Heights (cm.) of the exudation sap columns in the glass tubes at the end of two days. The external solutions were  $10^{-4}$ ,  $10^{-3}$  and  $10^{-2}$  n. pure potassium chloride solutions and combined solutions of manganese and potassium chloride of the same concentrations. Based on tables 20 and 23.*

External solutions.	Mean values of the heights of the exudation sap columns and their difference.
$10^{-4}$ n. KCl (20.0)	$6.0 \pm 0.8$
$10^{-4}$ n. KCl + $10^{-4}$ n. $MnCl_2$ »	$5.3 \pm 0.5$
	$0.7 \pm 0.9$
$10^{-3}$ n. KCl (20.0)	$4.1 \pm 0.6$
$10^{-3}$ n. KCl + $10^{-3}$ n. $MnCl_2$ »	$3.2 \pm 0.3$
	$0.9 \pm 0.7$
$10^{-2}$ n. KCl (20.0)	$1.1 \pm 0.3$
$10^{-2}$ n. KCl + $10^{-2}$ n. $MnCl_2$ »	$0.6 \pm 0.2$
	$0.5 \pm 0.4$

The different effect of these ions is brought out clearly when the two alone form the external solution. Most suitable for investigation are the cases in which the external solution is  $10^{-3}$  n. (see tables 26 and 27). We find that the rate of exudation with potassium chloride is probably twice as great as

Table 25.

Heights (cm.) of the exudation sap columns in the glass tubes at the end of two days. The external solutions were  $10^{-4}$ ,  $10^{-3}$  and  $10^{-2}$  n. pure manganese chloride solutions and combined solutions of manganese and potassium chloride of the same concentrations. Based on tables 21 and 23.

External solutions.	Mean values of the heights of the exudation sap columns and their difference.
$10^{-4}$ n. KCl + $10^{-4}$ n. $\text{MnCl}_2$ (20.0)	$5.3 \pm 0.5$
$10^{-4}$ n. $\text{MnCl}_2$ »	$4.9 \pm 0.6$
	$0.4 \pm 0.8$
$10^{-3}$ n. KCl + $10^{-3}$ n. $\text{MnCl}_2$ (20.0)	$3.2 \pm 0.3$
$10^{-3}$ n. $\text{MnCl}_2$ »	$2.1 \pm 0.3$
	$1.1 \pm 0.4$
$10^{-2}$ n. $\text{MnCl}_2$ (20.0)	$1.1 \pm 0.2$
$10^{-2}$ n. KCl + $10^{-2}$ n. $\text{MnCl}_2$ »	$0.6 \pm 0.2$
	$0.5 \pm 0.3$

it would be if manganese chloride formed the external solution, and about three times as great as the rate of exudation obtained with calcium chloride. Table 27 again indicates that it is about likely that a calcium chloride solution prevents the exudation even more than does a manganese chloride solution. This is also confirmed by an earlier observation, i. e., that a  $10^{-2}$  n. solution of calcium chloride practically prevents the exudation altogether (see page 16). The preventive effect of the different cations on the rate of exudation is represented by the series

$$\text{K} < \text{Mn} < \text{Ca}.$$

Table 26.

Heights (cm.) of the exudation sap columns in the glass tubes at the end of two days. The external solutions were a  $10^{-3}$  normal potassium chloride solution and a manganese chloride solution of the same concentration. Based on tables 20 and 21.

External solutions.	Mean values of the heights of the exudation sap columns and their difference.
$10^{-3}$ n. KCl (20.0)	$4.1 \pm 0.6$
$10^{-3}$ n. $\text{MnCl}_2$ »	$2.1 \pm 0.3$
	$2.0 \pm 0.7$

Table 27.

Heights (cm.) of the exudation sap columns in the glass tubes at the end of two days. The external solutions were a  $10^{-3}$  n. manganese chloride solution and a calcium chloride solution of the same concentration. Based on tables 19 and 21.

External solutions.	Mean values of the heights of the exudation sap columns and their difference.
$10^{-3}$ n. $\text{MnCl}_2$ (20.0)	$2.1 \pm 0.3$
$10^{-3}$ n. $\text{CaCl}_2$ (17.5—18.0)	$1.4 \pm 0.2$
	$0.7 \pm 0.4$

### 7. The Displacing Effect of the Electrolytes on each other in the Absorption Process.

We have already earlier noted that when the external solution is a solution of two salts whose anion is the same, the concentration of the exudation sap regarding these cations is not the same as in those cases where each salt alone forms the external solution. It seems that the cations have a marked effect on each other in the absorption. This will be subjected to closer investigation in the following.

Table 28.

Comparison of the manganese concentrations of the exudation saps. The external solutions were pure manganese chloride solutions and combined manganese and potassium chloride solutions. Based on tables 3 and 7.

External solutions.	Mean values of the concentrations of the exudation saps and their difference.
$10^{-2}$ n. $\text{MnCl}_2$	$35.3 \pm 5.4$
$10^{-2}$ n. $\text{KCl} + 10^{-2}$ n. $\text{MnCl}_2$	$9.5 \pm 0.7$
	$25.8 \pm 5.4$
$10^{-3}$ n. $\text{MnCl}_2$	$8.9 \pm 2.1$
$10^{-3}$ n. $\text{KCl} + 10^{-3}$ n. $\text{MnCl}_2$	$5.3 \pm 0.6$
	$3.6 \pm 2.2$
$10^{-4}$ n. $\text{MnCl}_2$	$4.9 \pm 0.7$
$10^{-4}$ n. $\text{KCl} + 10^{-4}$ n. $\text{MnCl}_2$	$2.5 \pm 0.3$
	$2.4 \pm 0.8$

As we see from table 28, in many cases less manganese enters the exudation sap from combined external solutions than from a simple manganese

chloride solution. We find, for instance, that the manganese concentration of the exudation sap is about four times lower than when the external solution is a  $10^{-2}$  n. combined solution of potassium and manganese chloride and about one-half as great when the external solution is  $10^{-4}$  n. as it is if pure manganese chloride solutions of the corresponding concentrations formed the external solutions. But if the external solution is a  $10^{-3}$  n. combined potassium and manganese chloride solution or a calcium and manganese chloride solution of the same concentration, we are not able to indicate whether the manganese concentration is smaller than when the external solution is a pure manganese chloride solution (see also table 29). But seeing that the

Table 29.

*Comparison of the manganese concentrations of the exudation saps. The external solutions were pure manganese chloride solutions and combined manganese and calcium chloride solutions. Based on tables 3 and 8.*

External solutions.	Mean values of the concentrations of the exudation saps and their difference.
$10^{-3}$ n. $\text{MnCl}_2$	$8.9 \pm 2.1$
$10^{-3}$ n. $\text{CaCl}_2 + 10^{-3}$ n. $\text{MnCl}_2$	$6.1 \pm 0.5$
	$2.8 \pm 2.2$
$10^{-4}$ n. $\text{MnCl}_2$	$4.9 \pm 0.7$
$10^{-4}$ n. $\text{CaCl}_2 + 10^{-4}$ n. $\text{MnCl}_2$	$2.8 \pm 0.2$
	$2.1 \pm 0.7$

difference in the average manganese concentrations of the exudation saps is so great, it may be possible that in this case also the manganese concentrations of the exudation saps obtained with combined solutions are smaller than those of the exudation saps obtained with pure manganese chloride solutions.

The calcium concentration of the exudation saps is also lower when the external solutions are combined calcium chloride solutions. Table 30 shows that when calcium chloride combined with manganese chloride forms the external solution the calcium concentration is about one-third smaller than that obtained when pure calcium chloride solutions are used. This holds true for all concentrations of the external solutions.

We shall now proceed to investigate the changes in the potassium concentrations of the exudation sap. From table 31 we see that in the cases where the external solutions, both simple and combined, are  $10^{-4}$  n. regarding potassium, there is no systematic difference between the potassium concen-



Table 30.

*Comparison of the calcium concentrations of the exudation saps. The external solutions were pure calcium chloride solutions and combined solutions of manganese and calcium chloride. Based on tables 5 and 8.*

External solutions.	Mean values of the concentrations of the exudation saps and their difference.
$10^{-3}$ n. $\text{CaCl}_2$	$57.4 \pm 4.7$
$10^{-3}$ n. $\text{CaCl}_2 + 10^{-3}$ n. $\text{MnCl}_2$	$37.6 \pm 1.9$
	$19.8 \pm 5.1$
$10^{-4}$ n. $\text{CaCl}_2$	$39.2 \pm 2.3$
$10^{-4}$ n. $\text{CaCl}_2 + 10^{-4}$ n. $\text{MnCl}_2$	$27.0 \pm 1.3$
	$12.2 \pm 2.6$

trations of the exudation saps. On the other hand the potassium concentration seems to be lower in the exudation sap obtained from  $10^{-3}$  n. combined external solutions. Very strange are the results of experiments carried out with  $10^{-2}$  n. solutions. We find that the potassium concentration of the exudation sap when the external solutions are combined solutions is higher

Table 31.

*Comparison of the potassium concentrations of the exudation saps. The external solutions were pure potassium chloride solutions and combined manganese and potassium chloride solutions. Based on tables 4 and 7.*

External solutions.	Mean values of the concentrations of the exudation saps and their difference.
$10^{-2}$ n. $\text{KCl}$	$203.4 \pm 13.5$
$10^{-2}$ n. $\text{KCl} + 10^{-2}$ n. $\text{MnCl}_2$	$330.2 \pm 23.6$
	$-126.8 \pm 27.2$
$10^{-3}$ n. $\text{KCl}$	$149.5 \pm 14.1$
$10^{-3}$ n. $\text{KCl} + 10^{-3}$ n. $\text{MnCl}_2$	$102.2 \pm 4.7$
	$47.3 \pm 14.9$
$10^{-4}$ n. $\text{KCl}$	$119.6 \pm 11.3$
$10^{-4}$ n. $\text{KCl} + 10^{-4}$ n. $\text{MnCl}_2$	$93.3 \pm 13.4$
	$26.3 \pm 17.5$

than that of the exudation sap obtained with pure potassium chloride solutions of the same concentration. These results are opposite to those which we should expect on the basis of earlier experiments. At the same time

the manganese concentration of the same exudation sap decreases, as we have mentioned before (see table 28).

It is difficult to understand to what this marked rise in the potassium concentration is due. One might suppose it to be due to the decrease in the amount of water in the exudation sap. For we have seen (see table 24) that the average amount of exudation sap obtained when the external solution is a  $10^{-2}$  n. combined solution of potassium and manganese chloride is almost twice as small as in the cases where the external solution is a pure potassium chloride solution of the same concentration. But it must be remembered that we have not been able to indicate even a probable systematic difference between these amounts in the exudation sap. So it appears that this cannot be explained as being due to the decrease of the intake of the water. We shall consider this later.

Let us denote by  $k_1 \cdot C^n$  the concentration of the exudation sap regarding a definite cation when the external solution is a simple solution, and by  $k_2 \cdot C^m$  its concentration regarding another cation when the external solution is a simple solution and by  $k_3 \cdot C^p$  and by  $k_4 \cdot C^r$  the concentrations of these cations in the exudation sap when the external solution is a combined solution. Owing to the adsorption isothermal relations between the concentrations of the exudation saps, the following relation must exist between the above-mentioned concentrations, if  $n = p$  and  $m = r$ :

$$11. \quad \frac{(k_1 \cdot C^n) \cdot (k_2 \cdot C^m)}{(k_3 \cdot C^p) \cdot (k_4 \cdot C^r)} = K$$

If the transition of the electrolytes from the external solution to the exudation sap were a process conforming fully to the adsorption equation, equation 11 should hold true independent of what electrolyte or electrolytes the external solution contains, if only the concentrations of the external solutions are the same in cases comparable with each other. But is such the case?

Let us consider the permeation of potassium and manganese through the roots into the exudation sap. Let  $k_1 \cdot C^n$  denote the potassium concentration of the exudation sap when the external solution is a pure potassium chloride solution and  $k_3 \cdot C^p$  its potassium concentration when the external solution is a combined solution of potassium and manganese chloride and

$k_2 \cdot \overset{I}{C^m}$  and  $k_4 \cdot \overset{I}{C^r}$  denote the corresponding manganese concentrations of the exudation sap. If we substitute for the theoretical values in equation 11 the values obtained experimentally, we obtain the values given in table 32.

Table 32.

*Substitution in equation 11 of the values for the concentrations of the exudation saps obtained with simple and combined potassium chloride and manganese chloride solutions. In case 1) the external solutions were  $10^{-2}$  n., in case 2)  $10^{-3}$  n. and in case 3)  $10^{-4}$  n. Based on tables 28 and 31.*

1)	$\frac{203.4 \times 35.3}{330.2 \times 9.5} = 2.29$
2)	$\frac{149.5 \times 8.9}{102.2 \times 5.3} = 2.45$
3)	$\frac{119.6 \times 4.9}{93.8 \times 2.5} = 2.51$

If the external solutions are  $10^{-2}$  n. regarding the compounds in question the value of  $K$  is therefore 2.29. When the external solutions are  $10^{-3}$  n.  $K = 2.45$  and when they are  $10^{-4}$  n.  $K = 2.51$ . These values of the constant  $K$  differ so little from each other that we may consider them equal. The absorption of potassium and manganese through the roots into the exudation sap is, according to equation 11, conformable to the adsorption phenomenon also in those cases where the values obtained for the concentrations did not fully conform with the adsorption equation.

Table 33.

*Renewed experiments with  $10^{-4}$  n. potassium chloride (12) and manganese chloride (11) solutions and a combined potassium and manganese chloride solution (7) of the same concentration. The numbers denoting the concentrations of the exudation saps have been substituted in equation 11. The numbers enclosed in parentheses denote the number of parallel experiments.*

$$\frac{125.5 \times 5.5}{96.4 \times 2.8} = 2.56$$

The above is further confirmed by a checking experiment, which I carried out with  $10^{-4}$  n. solutions. Table 33 shows that the value of  $K$  in this case is practically the same as those obtained above. The result, 2.56, is only 2.4 % greater than the corresponding value for  $K$  given above. Thus we may say that the value of constant  $K$  common for potassium and manganese is approximately 2.5.

Table 34.

*Substitution in equation 11 of the values for the concentrations of the exudation saps obtained with simple and combined calcium and manganese chloride solutions. In case 1) the external solutions were  $10^{-3}$  n., in case 2)  $10^{-4}$  n. Based on tables 29 and 30.*

$$\begin{array}{l} 1) \quad \frac{57.4 \times 8.9}{37.6 \times 6.1} = 2.23 \\ 2) \quad \frac{39.2 \times 4.9}{27.0 \times 2.8} = 2.54 \end{array}$$

But how is it when calcium and manganese penetrate? Let us substitute in equation 11 the experimental values for the calcium and manganese concentrations of the exudation saps. We then find (see table 34) that the value of  $K$  is 2.23 when the external solutions are  $10^{-3}$  n. and 2.54 when the external solutions are  $10^{-4}$  n. The difference between these values, which is about 12% of the greater of the two, is so slight that we may justly consider it to be due to experimental errors. We may say that the value of  $K$  is the same in both cases and equal to approximately 2.5.

The value of  $K$  just obtained seems to be equal to that which we obtained when we substituted in equation 11 the experimental values for the potassium and manganese concentration of the exudation sap. But that such is the case I cannot positively say on the basis of my experiments. It is possible that they are not really equal but the difference between them is so small that it cannot be directly indicated by such an experimental method as this.

As we have shown earlier (see pages 20—23), the value of the exponential coefficient for manganese,  $n_{Mn}$ , is about 3.3 in both cases when the external solutions are combined and when they are simple, except when the external solution is a  $10^{-2}$  normal simple manganese chloride solution.

The exponential coefficient for calcium,  $n_{Ca}$ , we may consider to be 6.8 in both cases (see page 23). But what is the value of  $n$  for potassium? When the external solutions are simple, it is clearly approx. 8.8, but it is difficult to say what it is when the external solutions are combined solutions (see page 21).

In any case, in the penetration of calcium and manganese, the values of  $n$  and  $p$  are equal and such is the case also with the constants  $m$  and  $r$ . We find, therefore, that after cancellation equation 11 may be written in the form:

$$\frac{k_1}{k_3} \cdot \frac{k_2}{k_4} = K$$

The quotients  $\frac{k_1}{k_3}$  and  $\frac{k_2}{k_4}$  indicate how many times the concentration of the exudation sap regarding a definite ion is smaller when the external



solution is a combined solution of these ions than when the ions alone form the external solution. They thus indicate the magnitude of the displacing effect. For this reason we shall call them »absorption displacement coefficients», and for  $\frac{k_1}{k_3}$  and  $\frac{k_2}{k_4}$  we shall write  $L_1$  and  $L_2$ . Equation 11 we may now write in the form:

$$12. \quad L_1 \cdot L_2 = K$$

The tables given above contain the experimental values of the concentrations of the exudation sap obtained by chemical analysis. And from them we have deduced the equations and regularities. Let us now attempt, using these experimental values and equations, to calculate the theoretical values according to the adsorption isotherm equation.

We should have enough material to be able to calculate the value of the »absorption displacement coefficient» of manganese,  $L_{\text{Mn}}$ . When the external solutions are  $10^{-3}$  n.  $L_{\text{Mn}} = \frac{8.9}{5.3}$  or 1.7. When the external solutions are  $10^{-4}$  n.  $L_{\text{Mn}} = \frac{4.9}{2.5} = 2.0$ . Since it seems that weak solutions are less susceptible to disturbance, it is likely that the value obtained for the  $10^{-4}$  n. solutions is more correct than the other. We shall say then that  $L_{\text{Mn}}$ , in the case of the »absorption displacement» between potassium and manganese, is approximately 2.0.

The determination of the »absorption displacement coefficient» for potassium is more difficult since the potassium concentration of the exudation sap did not increase regularly in an adsorption isothermal proportion when the external solution was a combined solution of potassium and manganese chloride. But if we again consider the values obtained for the  $10^{-4}$  n. external solution more correct,  $L_{\text{K}}$  would then be  $\frac{119.6}{93.3} = 1.3$ .

When calcium and manganese affect each other in absorption, the value of  $L_{\text{Ca}}$  seems to be approximately 1.5. When, for instance, the external solutions are  $10^{-4}$  n.,  $L_{\text{Ca}} = \frac{39.2}{27.0} = 1.5$ . When they are  $10^{-3}$  n.,  $L_{\text{Ca}} = \frac{57.4}{37.6} = 1.5$ . If we now substitute this value of  $L_{\text{Ca}}$  in equation 12 and suppose that  $K$  is 2.5 we obtain for  $L_{\text{Mn}}$  in this case the value 1.7 approx.

Thus we find that the »absorption displacement coefficient» varies for different ions. When two ions are absorbed at the same time and the »absorption displacement coefficient» of one is smaller than the square root of the product of the two coefficients, the coefficient of the other must be correspondingly greater. To this is due the fact that the displacing effect of an ion

which is easily displaced is small. A peculiar thing is the equality which exists between the «absorption displacement coefficient» and  $u$ , (see equation 1) the common ratio of that geometric progression, which represents the increase in the concentration of a cation in the exudation sap, when the corresponding concentrations of the external solution increase as the terms of a geometric progression in which the common ratio is 10 (see table 35). This means that if to the external solution which contains cation  $A$  is added an equivalent amount of another cation, the concentration of the exudation sap regarding  $A$  decreases in the same proportion as it would if the concentration of a simple external solution containing the cation  $A$  were reduced ten times (see tables 36 and 37). Although the values of the constants  $L$  and  $u$  are not exactly correct, they indicate how large a part the «absorption displacement» plays in the formation of the electrolyte concentrations of the exudation sap.

Since we know the values of these «absorption displacement coefficients», we are able to calculate the theoretical concentrations of the exudation saps. For the basis of our calculations we shall use those values of the concentrations of the exudation saps which were obtained with  $10^{-4}$  n. external solutions for the reasons mentioned above. These calculations give the results which are recorded in tables 36 and 37.

Table 35.

*Numerical values of the constant  $u$  and the «absorption displacement coefficient» for potassium, calcium and manganese (see deduction in text).*

Cation.	Value of the «absorption displacement coefficient» $L$ .	Value of the constant $u$ .
K	1.3	1.3
Ca	1.5	1.4 <sup>1)</sup>
Mn	1.7—2.0	2.0

When we study tables 36 and 37, we find that the experimental and theoretical values of the concentrations of the exudation saps correspond rather well. In spite of this we must take into consideration some exceptions which take place in the same direction; when, for instance, the external solutions are  $10^{-3}$  n., the potassium concentration of the exudation sap obtained from combined solutions is 15 % and the manganese concentrations of the exudation sap obtained from simple external solutions is 11 % lower

<sup>1)</sup> It is not impossible that the value of  $u_{Ca}$  is between 1.4 and 1.5 (see page 21).

Table 36.

*Comparison of the experimental and calculated values for the potassium and manganese concentrations of the exudation saps. \* denotes a value that has been used as a basis in the calculations of the concentrations of the exudation saps.*

Concentrations of the external solutions in normals.	External solutions:									
	Combined potassium and manganese chloride solutions.				Manganese chloride solutions.		Flowing manganese chloride solutions.		Potassium chloride solutions.	
	Potassium concentrations of the saps.		Manganese concentrations of the saps.		Manganese concentrations of the saps.		Manganese concentrations of the saps.		Potassium concentrations of the saps.	
	Experimental values.	Calculated values.	Experimental values.	Calculated values.	Experimental values.	Calculated values.	Experimental values.	Calculated values.	Experimental values.	Calculated values.
$10^{-2}$	330.2	155.5	9.5	10.0	35.3	20.0	—	—	203.4	202.2
$10^{-3}$	102.2	119.0	5.3	5.0	8.9	10.0	11.6	—	149.5	155.5
$10^{-4}$	93.3	92.0	2.5 *	2.5	4.9	5.0	—	—	119.6 *	119.6
$10^{-5}$	—	—	—	—	—	—	2.6	— <sup>1)</sup>	—	—

Table 37.

*Comparison of the experimental and calculated values for the calcium and manganese concentrations of the exudation saps. \* denotes a value that has been used as a basis in the calculations of the concentrations of the exudation saps.*

Concentrations of the external solutions in normals.	External solutions:							
	Combined calcium and manganese chloride solutions.				Pure calcium chloride solutions.		Pure manganese chloride solutions.	
	Calcium concentrations of the saps.		Manganese concentrations of the saps.		Calcium concentrations of the saps.		Manganese concentrations of the saps.	
	Experimental values.	Calculated values.	Experimental values.	Calculated values.	Experimental values.	Calculated values.	Experimental values.	Calculated values.
$10^{-3}$	37.6	37.8	6.1	5.8	57.4	56.7	8.9	10.0
$10^{-4}$	27.0 *	27.0	2.8	2.9	39.2	40.5	4.9	5.0 *

<sup>1)</sup> It was impossible to calculate the theoretical concentrations of the exudation saps in the cases where the external solutions were flowing solutions. It may be that the concentrations are a little greater than when the external

than the theoretical value. The potassium concentrations of the exudation saps obtained from  $10^{-2}$  n. combined solutions of potassium and manganese chloride is 112 % and the manganese concentration of the exudation sap from pure manganese chloride solutions of the same concentration is 77 % greater than the calculated value.

When applied to equation 11 it means such a relationship between the denominator and the numerator that, as the one increases or decreases, the other changes correspondingly so that the value of the quotient remains unchanged. True, in the latter case when the solutions are  $10^{-2}$  n. the increase in the potassium concentration of the exudation sap when the external solutions are combined solutions is slightly greater than the increase in the manganese concentration when the external solutions are simple manganese chloride solutions; but the value for the manganese concentrations of the exudation sap from combined solutions, which is 5 % less than the theoretical value, neutralizes the difference.

It seems that some other equilibrium in addition to that indicated by the adsorption equation exists between the ions in the exudation sap. For table 36 indicates that, if some factor in equation 11, for some reason or other, deviates from its value according to the adsorption equation, some other factor changes also so that the value of the quotient remains the same. Before we can say anything of this phenomenon, experiments with ions other than potassium and manganese should perhaps be made.

### 8. Other Properties of the Exudation Sap.

A full knowledge of the chemical properties of the exudation sap requires us to know not only the concentration and origin of the substances in it but also the form in which these substances are found in the exudation sap. With regard to my investigations it would be therefore a question of in what form the potassium, calcium and manganese are in the exudation sap.

As far as I know, there is no literature on this matter. I am able to explain satisfactorily only a small part of this question; the comparison of the results of the concentration measurements made polarographically and chemically may to some extent clear up the matter, since we know that the polarograph, in the case of inorganic compounds, indicates only the ion concentration (see the polarographic literature mentioned earlier in this discussion), and by using the methods of chemistry the total metal concentration may be determined.

solutions are standing solutions, but they do not seem to be relatively as great as those amounts of manganese which were absorbed from flowing solutions by the roots, compared to those amounts of manganese which were absorbed from standing solutions (see tables 10 and 11).



Table 38.

*Comparison of the values for the potassium concentrations of the exudation saps obtained chemically and polarographically.*

External solutions.	Mean values of the concentrations of the exudation saps and their difference.
$10^{-2}$ n. KCl	(chem.) $203.4 \pm 13.5$ (10)
$10^{-2}$ n. »	(polar.) $184.1 \pm 11.3$ (13)
	$19.3 \pm 17.6$
$10^{-4}$ n. KCl	(chem.) $119.6 \pm 11.3$ (17)
$10^{-4}$ n. »	(polar.) $117.0 \pm 15.7$ (10)
	$2.6 \pm 19.3$

Table 39.

*Comparison of the values for the manganese concentrations of the exudation saps obtained chemically and polarographically.*

External solutions.	Mean values of the concentrations of the exudation saps and their difference.
$10^{-2}$ n. $\text{MnCl}_2$	(chem.) $36.4 \pm 7.1$ (5)
$10^{-2}$ n. »	(polar.) $35.3 \pm 5.4$ (12)
	$1.1 \pm 8.9$
$10^{-3}$ n. $\text{MnCl}_2$	(polar.) $8.9 \pm 2.1$ (12)
$10^{-3}$ n. »	(chem.) $8.4 \pm 1.3$ (10)
	$0.5 \pm 2.5$

When we compare the results of the polarographic determination of potassium with those values for the potassium concentration which were obtained using chemical methods (see table 4), we find that both the chemical and polarographic analyses give the same value for the potassium concentration of the exudation sap when the external solutions are of the same concentration (see table 38). And, as is shown in table 39, the same is the case with regard to the manganese concentrations of the exudation sap.

Experiments indicate, therefore, that the degree of dissociation of the potassium and manganese compounds in the exudation sap is the same as that of pure potassium and manganese chloride solutions. It is therefore obvious that these metals do not form complex ions in the exudation sap to a great extent. And further, from the results of the experiments we may infer that potassium and manganese are not in firm combination with the

non-electrolytes of the exudation sap, although the observed precipitations of the exudation sap indicate (see page 14) that an interdependence of some sort exists between the metallic ions and the other compounds in the exudation sap.

In this connection note COLLANDER's (1930) observation from his investigations of the cell-sap of *Chara ceratophylla*. By measuring the conductivity he showed that the ions in the cell-sap are in free motion and are neither bound to cell-colloids by adsorption nor are they otherwise bound.

### Discussion.

My investigation has thus indicated that the accumulation into the exudation sap of each electrolyte used in my experiments, follows certain laws which are similar to the adsorption law known in physical chemistry as presented by FREUNDLICH (1932). Likewise we have seen that the accumulation of manganese in the roots proceeds exactly according to this formula.

When we then compared the concentrations of the different cations in the exudation saps, we found that the potassium concentration was from two to three times as great as the calcium concentration, and the calcium concentration again was from about six to eight times greater than the manganese concentration (see page 24). When we take into consideration the volume of the exudation sap (see page 41), the quantitative order of the cations in the exudation sap is as follows:



In this case, more potassium is, therefore, absorbed than calcium and more calcium than manganese. This is, however, contrary to what we know of adsorption; for it has been shown that the adsorption of the heavier metals is greater than that of lighter metals [HÖBER (1926) and KRUYT (1926)]. So it has been shown that from external solutions of the same concentration the order of the amounts of potassium, calcium and manganese adsorbed by  $Fe_2O_3$ , for example, is opposite to that given above [LUNDEGÅRDH (1932)].

It must be noted, however, that it seems as though a part of calcium and potassium in the exudation sap did not originate in the external experimental solution, but in the tissues of the roots (see page 16). In addition the greater part of the manganese absorbed by the roots is precipitated in the roots (see page 27). We might, therefore, think that the different order of the concentrations of the cations in the exudation sap is due to these factors.

Strongly opposed to this, however, is the fact, that the experimental results of several investigators indicate that the amounts of potassium and

calcium absorbed by a plant or its different parts in equal times from an external solution bear the same relation to each other as do their concentrations in the exudation saps in my experiments [STILES and KIDD (1919 b) and PIRSCHLE and MENGDEHL (1931)], or, at least, that the potassium absorption is greater than the calcium absorption [LUNDEGÅRDH (1911) and (1932), PRÁT (1923), KAHO (1924), COLLANDER (1930) and others].

Since it has been proved that the rate of diffusion and the mobility of ions are important factors in the permeation process [see, for instance, HÖBER (1926), COLLANDER (1932) and LUNDEGÅRDH (1932)], it is probable that they also play quite a notable part in the formation of the electrolytic concentration of the exudation sap. This is indicated, not only by the quantitative order of the cations in the exudation sap but especially by the values of the constants  $k$  for potassium and calcium from equation 4 (see page 24). The

ratio  $\frac{k_K}{k_{Ca}}$  is equal to  $\frac{0.033}{0.016}$  or 2.1. And the ratio of the diffusion constant ( $D_K$ ) for potassium to that for calcium ( $D_{Ca}$ ) is equal to  $\frac{1.4}{0.7}$  or 2.0 [*International Critical Tables* (1929) and STILES and KIDD (1919 b)]. Thus we find that

$$13. \quad \frac{k_K}{k_{Ca}} \simeq \frac{D_K}{D_{Ca}}.$$

But, although the diffusion constants for calcium and manganese are approximately equal [*International Critical Tables* (1929)],  $\frac{k_{Ca}}{k_{Mn}}$  is about 4.0.

This may be due to the tendency of manganese and of heavy metals generally to accumulate in the cells [CZAPEK (1915) and LUNDEGÅRDH (1932)]. And besides, my own experiments have shown that the greater part of the manganese absorbed by the roots remains in the roots in an insoluble form.

In addition must be noted that in the cases presented in my experiments the relative increase of the absorption of manganese per sap volume is greater than that of calcium and the relative increase of the absorption of calcium is probably greater than that of potassium. So that if we denote the relative increase of the absorption by  $u$ , we find that

$$u_{Mn} > u_{Ca} > u_K.$$

When we then allow the concentration of the external solution to increase ten times, the manganese concentration of the exudation sap increases two times, its calcium concentration 1.4 and its potassium concentration only 1.3 times (see pages 23 and 24).

The equation for the concentration of the exudation sap,  $s = k \cdot c^{\frac{1}{n}}$  may also be written in the form:

$$\frac{s}{\sqrt[n]{c}} = k$$

In this form NERNST's distribution law is usually written [see KRUYT (1926)] and our equation would now represent this law. One might think that the absorption of electrolytes from the external solution into the exudation sap would be a process conforming to NERNST's distribution law. According to physical chemistry this, however, seems impossible [HÖBER (1926) and KRUYT (1926)].

We have seen that SABININ's (1925) and TRUBETSKOVA's (1927) conception, that the concentration of the exudation sap is practically independent of the concentration of the external solution, is not quite true. Contrary to my investigation is also PAVLINOVA's (1926) experimental conclusion, viz., that the amounts of calcium absorbed by the roots is directly proportional to the concentration of the external solution.

On the other hand, the experiments which GEBHARDT (1928) carried out with maize seem to confirm the results of my investigation of the relations between the exudation sap and the external solution. He found out (see table 1) that if we increase the osmotic pressure of the external solution, the osmotic pressure of the exudation sap also increases, not in the same proportion as that of the external solution but in a smaller. It is easily seen that the ratio of the osmotic pressures of the exudation saps to the osmotic pressures of the external solutions is approximately exponential, corresponding

to the equation  $p = k \cdot P^n$ , where  $p$  and  $P$  are the osmotic pressures of the exudation sap and the external solution respectively, and  $k$  and  $n$  are constants. Since the osmotic pressure is directly proportional to the concentration we may substitute for  $p$  and  $P$  the corresponding concentrations

and the equation takes the form  $c = k \cdot C^n$ . It then, in form at least, represents the concentration equation of the exudation sap deduced by myself (see page 23).

In this connection note LEMAŃCZYK's (1926) investigation of the potassium salt absorption of plants. Mainly on the basis of his own experiments he concluded that the absorption process of the roots is a case of adsorption or «sorption» in the sense suggested by DAVIS (1907) and MCBAIN (1910).

The experiments carried out by REDFERN (1922) on the electrolyte absorption of maize and the pea are also of interest in connection with this investigation. Table 40 gives us the results of one of her series of experiments.



Table 40.

*Extract from a table composed by REDFERN which indicates the calcium absorption of the roots of the pea in 36 hours.*

Concentrations of the simple $\text{CaCl}_2$ external solutions (1200 ccm.) at the beginning of the experiment.	The amount of calcium absorbed by the roots as per cent. of the original amount of calcium in the solution.
0.1 norm.	$17.74 \pm 1.376$
0.01 norm.	$19.61 \pm 2.33$
0.001 norm.	$23.10 \pm 5.30$

When we calculate from the table the amounts of calcium absorbed by the roots, we find that when the external solutions are 0.1 n., 0.01 n., and 0.001 n., with regard to calcium, the corresponding amounts of calcium absorbed by the roots are 426.5 mgr., 47.1 mgr. and 5.6 mgr. Here we find that if we allow the concentration of the external solution to increase as the terms of a geometric progression whose common ratio is 10, the absorbed amounts of calcium increase as the terms of the progression whose common ratio is 9. The dependence of the amounts of calcium absorbed by the roots on the concentration of the external solution is therefore exponential. For the relation we obtain an equation which is similar to equation 4 deduced above and in which the value of  $\frac{I}{n}$  is 0.95.

BROWN (1932) showed that the absorption of chemical compounds by grains of wheat when the external solutions are weak, is principally regulated by adsorption. But when the external solutions are very strong, from 0.5 to 2 normal, or the duration of the experiment is long, other factors, such as osmotic phenomena, may become deciding factors.

STILES and KIDD (1919 a) and STILES (1924) have studied the absorption of electrolytes by pieces of the roots of different plants. They found that at the end of the experiment the ratio of the internal electrolyte concentration of the roots to the corresponding concentration of the external solution is exponential. This exponential ratio, to which they gave the name absorption ratio, they represented by the equation:

$$y = k \cdot c^{\frac{I}{n}}$$

where  $y$  denotes the concentration of the internal solution and  $c$  the final concentration of the external solution, and  $k$  and  $n$  are constants. STILES and KIDD (1919 a) stated that this equation is an adsorption equation but that their experiments did not give sufficient grounds to assert that the

absorption of salts by the cells is really a process of adsorption. Later STILES (1924) especially emphasized the fact that the absorption of salts by the storage tissues cannot be a simple case of diffusion.

STEWART (1932) also found, in his experiments with slices of potato and carrots, that the absorption ratio is logarithmic. But he considered the question disputable whether the fact that the absorption ratio is logarithmic indicates that the absorption is a case of adsorption.

JOHNSON'S (1915) comparisons of the electrolyte absorption of killed and living roots are interesting. He found that the killed roots are able to absorb salts, and, what is more remarkable, the electrolyte absorption of the killed roots seems to be greater than that of the living ones. This clearly indicates that the absorption of salts by the roots depends, partly at least, on the inanimate forces of nature.

PIRSCHLE and MENGDEHL (1931) also found that even killed roots are capable of absorbing small amounts of electrolytes, and according to their investigations there was no real difference between the absorption of salts by dead and living cut roots. The results of their experiments that »... die Wurzeln allein, ohne die oberirdische Organe, einer geregelten Ionenaufnahme nicht fähig sind« (l. c. page 356), is very remarkable in the light of my investigation, if it means that no regularity in the absorption process of cut roots can be observed.

Investigations of the press-sap of plants have also pointed out that generally its concentration is considerably greater than that of the external solution. HOAGLAND (1919) for instance found that the electrical conductivity of the press-sap of barley was from 4 to 50 times greater than that of the soil solution. In connection with the results of my investigation the following observation is interesting; he states that the potassium concentration of the press-sap was from five to ten times as great as the calcium concentration, although the soil solution contained approximately the same amounts of both potassium and calcium. In later studies HOAGLAND [(1931) and (1932)] emphasizes that the concentration of the cell-sap of plants is generally higher than that of the external solution.

I shall now report briefly the investigations which have been made on individual plant cells with regard to their absorption of electrolytes, since some of them seem to be of importance regarding the absorption of electrolytes by the roots. COLLANDER (1921) says that the permeation of sulphonic acid dyes into the plant cells is in harmony with the adsorption phenomena. POIJÄRVI (1928) found that the stronger surface-active alkaloids permeate better than those that are less surface-active. In comparing the concentration of the cell-sap of *Chara ceratophylla* with the concentration of the external sea-water, COLLANDER (1930) was not able to explain by means of the general

permeability theories why the Cl-concentration of the cell-sap of the *Chara ceratophylla* was 3.1 times, the  $\text{NO}_3$ -concentration about 80 times and the  $\text{PO}_4$ -concentration over 400 times greater than the concentration of the external solution with regard to these ions. Since, according to COLLANDER, the  $\text{PO}_4$ -concentration of the sea-water was much smaller than the  $\text{NO}_3$ -concentration and the  $\text{NO}_3$ -concentration very much smaller than the Cl-concentration, the matter is very easily understood from the viewpoint of the adsorption theory. For we know that the effect of the adsorption increases as the concentration of external solution decreases and vice versa.

Opinions differ very much as to the nature of the exudation phenomenon [BENECKE-JOST (1924)]. According to SABININ (1925) and LITVINOV (1926), when the osmotic pressure of the external solution increases the rate of exudation decreases and vice versa according to the formula  $B=k(P\pi - P_e)$ . If the values obtained from my experiments are substituted in this equation, we do not obtain a constant value for  $k$  as we should. This does not however have to mean that the abovementioned formula is not valid, for SABININ's experiments, of only a few minutes duration, are in principle different from mine as mentioned on page 40.

One of the latest investigations of this matter is HEYL's (1933). According to his experiments the exudation phenomenon is a complex physiological occurrence, which is affected decisively by many external factors, such as the nature and concentration of the external solution, electrical excitation and above all the temperature. He points out especially that the exudation is not solely due to the effect of the osmotic pressure.

My own investigations have indicated that the dependence of the rate of exudation on the concentration of the external solution when the external solutions are simple manganese chloride solutions follows a certain exponential equation (see page 37) within certain limits. I have had no opportunity to go into a more extensive solution of this question in connection with this investigation. I have not found in the literature on the subject any mention of the regularity which I have reported. I noted, however, on studying the values given by BROWN (1932) which denote the amount of water absorbed by grains of wheat from external solutions of different concentrations, that the ratio of the absorbed amounts of water and the concentration of the external solution is approximately exponential, following to a great extent the equation:

$$\frac{I}{v} = k \cdot c^n$$

where  $v$  is the amount of water absorbed and  $c$  the concentration of the external solution in normals. We note, therefore, that the equation is similar to my equation for the rate of exudation given above.

Many of those phenomena physiologically known by the name of antagonism may be principally adsorption phenomena or special cases of adsorption. Since antagonism is often mentioned in collective works [HÖBER (1926), KOSTYTSHEV (1926), LUNDEGÅRDH (1932) and others], I shall call attention to only a few, which seem to have an important bearing on my investigation.

On studying the thrift of *Micrasterias rotata* and its ability to divide in different simple and combined salt solutions, WARÉN (1933) found that antagonism exists between calcium and manganese. He considered the adsorption displacement a possible explanation of it.

But antagonism does not appear only where substances displace each other. My experiments show that the presence of manganese caused an increase in the potassium concentration of the exudation sap, when the external solutions were strong, 0.01 normal (see table 42). This phenomenon seems to be related to those which LUNDEGÅRDH and MORÁVEK (1924) have mentioned. They found that magnesium and manganese generally and calcium, when the external solutions are strong, 0.005 to 0.01 normal, promote the potassium and phosphate absorption of the roots. It must be noted, however, that the magnesium and manganese solutions were also, as compared with the solutions used in my experiments, relatively strong, 0.0025 to 0.01 normal. — Likewise LEMAŃCZYK (1926) says that when the concentrations of the external solutions regarding each cation were high, 0.025 n., magnesium and calcium caused a rise of 25 to 50 % in the amount of potassium absorbed by the roots.

Neither LUNDEGÅRDH, MORÁVEK, nor LEMAŃCZYK were able to explain these phenomena satisfactorily. According to my conception, similarity, in form at least, exists between my observations and the phenomena observed by the investigators mentioned above on the one hand and those phenomena which VIRTANEN and others [HÖBER (1926) page 123] had observed in the adsorption of acetic acid by carbon in the presence of potassium chloride, sodium chloride and lithium chloride on the other, although the external concentrations in VIRTANEN's experiments were much higher. When potassium chloride was added to the acetic acid so that the resulting solution was 2 normal regarding potassium chloride, the adsorption constant  $k$  for acetic acid increased from 2.93 to 3.16. With sodium chloride the value increased to 3.39 and with lithium chloride to 3.53.

One possible explanation of the above is that since the adsorption constant for acetic acid increases with the hydration value of the cations, the salts, by hydration, bound a part of the solvent (water) and thus increased the concentration of the solution [HÖBER (1926) page 123]. According to this, in the cases presented in my experiments it would be a question of an



increase in concentration due to the decrease in the amount of water in the exudation sap. But, as I have mentioned on page 39, I could not show positively that the amount of the exudation sap in the case of a combined solution was really smaller than when a simple solution formed the external solution. Thus the nature of this phenomenon remains an open question.

Finally we might enquire further what it means that the electrolyte absorption by the roots and, as we have seen, by the other parts of a plant, follows a certain law, which is similar in form to the adsorption law. We then have to consider the nature of the adsorption phenomenon. But, as we know, the adsorption equation is purely empirical [FREUNDLICH (1932)] and it cannot be satisfactorily explained theoretically in any way. It is, therefore, hardly possible to fully explain how and where it affects the absorption process of roots. Perhaps we should only say that the adsorption phenomenon has some regulating significance in the absorption by the cut roots of plants.

### Summary.

1. The relationship existing between the exudation sap and the external solution regarding potassium, calcium and manganese may be, in definite

cases, represented by the mathematical equation  $s = k \cdot c^{\frac{1}{n}}$ , where  $s$  is the concentration of the exudation sap,  $c$  the concentration of the external solution and  $k$  and  $n$  are constants. When the external solutions are flowing manganese chloride solutions, the same equation holds good. The equation appears to be analogous to the equation for the adsorption isotherm in the form presented by FREUNDLICH.

2. Although the external solutions are distilled water the exudation sap is about  $10^{-3}$  normal regarding calcium and regarding potassium approximately  $10^{-2}$  normal.

3. When the concentration of the external solution increases the manganese concentration of the exudation sap seems to increase relatively more than the calcium concentration and the calcium concentration relatively more than the potassium concentration.

4. As regards the absolute cation concentrations of the exudation sap we find that the potassium concentration is from two to three times as great as the calcium concentration and the calcium concentration is from six to eight times as great as the manganese concentration when the concentration of the external solution is the same. The difference in the potassium and calcium concentrations seems to be due to their different rates of diffusion.

The low manganese concentration on the other hand may be due to the precipitation of manganese into the roots.

5. The accumulation of manganese into the roots follows precisely FREUNDLICH's adsorption isotherm equation  $\frac{a}{m} = k \cdot c^n$ , where the value of constant  $n$  is approximately 3.3. When the external solutions are flowing solutions, the same equation holds good, but the value of the constant  $k$  is then greater. About 80 % of the manganese absorbed by the roots is in a form insoluble in water.

6. The accumulation of thallium into the roots also follows the formula  $\frac{a}{m} = k \cdot c^n$ . The values for the constants  $k$  and  $n$  appear to be approximately the same as the corresponding values for manganese.

7. In certain cases, for example, when the external solutions are pure manganese chloride solutions, the dependence of the volume ( $v$ ) of the exudation sap on the concentration of the external solution ( $c$ ) may be, within definite limits, represented by the equation  $\frac{I}{v} = k \cdot c^n$ .

8. When the external solution contains two different electrolytes, the concentration of each in the exudation sap is generally lower than if each of these electrolytes alone formed the external solutions. This displacement of electrolytes also seems to follow the laws of adsorption. A cation which is easily displaced has very weak displacement power.

An exception to the above is the case where the external solution is 0.01 normal regarding potassium and manganese chloride. In this case the potassium concentration of the exudation sap was about 60 per cent. greater than when a potassium chloride solution of the same concentration alone formed the external solution.

### Literature Cited.

- MCBAIN, J., »Der Mechanismus der Adsorption (»Sorption») von Wasserstoff durch Kohlenstoff.» Zeitschr. f. physik. Chem., vol. 68, (1910).  
 BENECKE, W. and JOST, L., »Pflanzenphysiologie.» G. Fischer, Jena, 4. Aufl., vol. 1, (1924).  
 BŘEZINA, J., »The Electro-Deposition of Manganese and the Complexity of Manganous Ions in Ammoniacal Solutions.» »Researches with the Dropping Mercury Cathode.» Part VI., Rec. trav. chim. Pays-Bas, vol. 46, (1925).  
 BROWN, R., »The Absorption of the Solute from Aqueous Solutions by the Grain of Wheat.» Ann. Bot., vol. 46, (1932).

- COLLANDER, R., »Über die Permeabilität pflanzlicher Protoplasten für Sulfosäurefarbstoffe.« *Jahrb. f. wiss. Bot.*, vol. 60, (1924).
- »Permeabilitätsstudien an *Chara ceratophylla*.« I. »Die normale Zusammensetzung des Zellsaftes.« *Acta Bot. Fenn.*, vol. 6, (1930).
- »Permeabilität.« *Handwörterbuch der Naturwissenschaften*, 2. Aufl., Gustav Fischer, Jena, (1932).
- CZAPEK, F., »Ausblicke auf biologische Adsorptionserscheinungen.« *Jahrb. f. wiss. Bot.*, vol. 56, (1915).
- DAVIDSON, J. and CAPEN, R., »Die Bestimmung von Mangan in pflanzlichen Substanzen durch die Perjodatmethode.« *Chem. Centralbl.*, vol. II; 4, p. 2081, (1929).
- DAVIS, O., »The Adsorption of Iodine by Carbon.« *Journ. Chem. Soc.*, vol. 91, p. 1666, (1907).
- DIXON, H. and ATKINS, W., »Osmotic Pressures in Plants.« IV. — »On the Constituents and Concentration of the Sap in the Conducting Tracts, and on the Circulation of Carbohydrates in Plants.« *Proc. Roy. Dublin Soc.*, vol. 14 (N. S.), (1913—1915).
- and ATKINS, W., »Osmotic Pressures in Plants.« VI. — »On the Composition of the Sap in the Conducting Tracts of Trees at Different Levels and at Different Seasons of the Year.« *Ibid.*, vol. 15 (N. S.), (1916—1920).
- FREUNDLICH, H., »Kapillarchemie.« Leipzig, 4. Aufl., (1932).
- »Über die Adsorption in Lösungen.« *Zeitschr. f. physik. Chem.*, vol. 57, (1907).
- GEBHARDT, A., »Осмотическое давление пасоки растений в зависимости от почвенных условий.« *Изв. Биолог. Н. Исслед. Инст. п. Перм. Госуд. Унив.*, vol. 6, (1928). With an English summary.
- GUSTAFSON, B., »Über die Adsorption durch Kohle in alkoholischen Lösungen.« *Zeitschr. f. physik. Chem.*, vol. 91, (1916).
- HEYI, J., »Der Einfluss von Aussenfaktoren auf das Bluten der Pflanzen.« *Inaug. Diss.*, Utrecht, (1933).
- HEYROVSKÝ, J., »Electrolysis with a Dropping Mercury Cathode.« I. »Deposition of Alkali and Alkaline Earth Metals.« *Philos. Magazine*, vol. 45, (1923).
- »Researches with the Dropping Mercury Cathode.« Part I. »General introduction.« *Rec. trav. chim. Pays-Bas.*, vol. 46, (1925).
- and BEREŽISKÝ, S., »The deposition of radium and other alkaline earth metals at the dropping mercury cathode.« *Rozpravy II. tř. Čes. Akademie*, vol. 38, (1929).
- and SHIKATA, M., »Researches with the Dropping Mercury Cathode.« Part II. »The Polarograph.« *Rec. trav. chim. Pays-Bas.*, vol. 46, (1925).
- HOAGLAND, D. R., »Relation of nutrient solution to composition and reaction of cell sap of barley.« *Botan. Gazette*, vol. 68, (1919).
- »Absorption of mineral elements by plants in relation to soil problems.« *Plant Physiol.*, vol. 6, (1931).
- »Mineral nutrition of plants.« *Annual Rev. Biochem.*, vol. 1, (1932).
- HÖBER, R., »Physikalische Chemie der Zelle und der Gewebe.« Leipzig, 6. Aufl., (1926).
- International Critical Tables of Physics, Chemistry and Technology, vol. 5, 1. Edition, McGraw-Hill Book Company, New York, (1929).

- JOHNSON, H. V., »The absorption of ions by living and dead roots.« *Amer. Journ. Bot.*, vol. 2, (1915).
- КАНО, Н., »Über die physiologische Wirkung der Neutralsalze auf das Pflanzenplasma.« *Eesti Vabariigi Tartu Ülikooli Toimetused, A*, vol. 5, (1924).
- KEMULA, V., »Über Heyrovskýs elektroanalytische 'polarographische' Methode und ihre Anwendung in der theoretischen und praktischen Chemie.« *Zeitschr. f. Elektrochem.*, (1931).
- КОЛОТОВА, С., »К вопросу о влиянии реакции среды на поступление сольных веществ в растение в условиях водной культуры.« *Изв. Биолог. Н. Исслед. Инст. п. Перм. Госуд. Унив.*, vol. 5, (1927). With an English summary.
- KOSTYTSCHEW, S., »Lehrbuch der Pflanzenphysiologie.« vol. 1., Berlin, Julius Springer, (1926).
- KRAUS, C., »Weitere Beiträge zur Kenntniss der Blutungserscheinungen mit besonderer Berücksichtigung der Qualität der Blutungssäfte.« *Just's bot. Jahresber.*, vol. 5, (1887).
- KRUYT, H., »Einführung in die physikalische Chemie und Kolloidchemie.« Leipzig, 2. Aufl., (1926).
- LAINE, T., »Heyrovský-Shikatan polarograafia ja sen käytöstä kemiallisessa analyysissä.« *Semina*, Helsinki, (1933).
- LEMANCZYK, M., »Über die Adsorption von Kalisalzen durch das Wurzelsystem der Pflanze.« *Bull. intern. de l'acad. polonaise, ser. B.*, (1926).
- LINDBERG, J., »Todennäköisyytlasku ja sen käyttö tilastotieteessä.« Otava, Helsinki, (1927).
- LITVINOV, L. S., »Изменение силы осмотического сосания корневой системы в зависимости от концентрации питательного раствора.« *Изв. Биолог. Н. Исслед. Инст. п. Перм. Госуд. Унив.*, vol. 4, (1926). With a German summary.
- — — »К вопросу о химизме пасоки растений.« »Об органических веществах летней пасоки тыквы.« *Изв. Биолог. Н. Исслед. Инст. п. Перм. Госуд. Унив.*, vol. 5, (1927). With an English summary.
- LUNDEGÅRDH, H., »Die Nährstoffaufnahme der Pflanze.« G. Fischer, Jena, (1932).
- — — »Über die Permeabilität der Wurzelspitzen von *Vicia Faba* unter verschiedenen äusseren Bedingungen.« *Kungl. Svenska Vetenskapsakad. Handl.*, vol. 47, (1911).
- — — and MORÁVEK, V., »Untersuchungen über die Salzaufnahme der Pflanzen.« I. »Die gegenseitige Beeinflussung der Ionen.« *Biochem. Zeitschr.*, vol. 151, (1924).
- MIYOSHI, M., »Ueber das Bluten bei *Cornus macrophylla*.« *Bot. Centralbl.*, vol. 83, (1900).
- MOREAU and VINET, »Sur la composition des pleurs de Vignes.« *C. R. de l'Acad. d'Agricult. de France*, vol. 9, (1923). Cited by PRIESTLEY and WORMALD (1924).
- PAVLINOVA, E., »К вопросу о физиологическом значении гуттации.« *Изв. Биолог. Н. Исслед. Инст. п. Перм. Госуд. Унив.*, vol. 4, (1926). With a German summary.
- PIRSCHLE, K. and MENGDEHL, H., »Ionenaufnahme aus Salzlösungen durch die höhere Pflanze.« *Jahrb. f. wiss. Bot.*, vol. 74, (1931).
- PINCUSSEN, L., »Mikromethodik.« Georg Thieme, Leipzig, 5. Aufl., (1930).



- POIJÄRVI, L. A. P., »Über die Basenpermeabilität pflanzlicher Zellen.» *Acta Bot. Fenn.*, vol. 4, (1928).
- a) PRÁT, S., »The Resorption of Lead by Plants.» *Preslia, Věstník československé botanické společnosti v Praze.* vol. 6, (1928).
- b) ——— »Die polarographische Methode.» *Handb. d. biolog. Arbeitsmethoden* (Abderhalden), Abt. III. A. vol. 2, (1928).
- »Die Elektrolytaufnahme durch die Pflanze.» I. »Die Resorption von Mineralstoffen durch die Wurzeln.» *Biochem. Zeitschr.*, vol. 136, (1923).
- PRIESTLEY, J. and ARMSTEAD, D., »Physiological studies in plant anatomy.» II. »The physiological relation of the surrounding tissue to the xylem and its contents.» *New Phytolog.*, vol. 21, (1922).
- and WORMALL, A., »On the solutes exuded by root pressure from vines.» *Ibid.*, vol. 23, (1924).
- REDFERN, G. M., »On the Absorption of Ions by the Roots of Living Plants.» I. »The Absorption of the Ions of Calcium Chloride by Pea and Maize.» *Ann. Bot.*, vol. 36, (1922).
- SABININ, D. A., »О корневой системе как осмотическом аппарате.» *Изв. Биолог. Н. Исслед. Инст. п. Перм. Госуд. Унив.*, vol. 4, (1925). With an English summary.
- SHARDAKOFF, V. S., »К вопросу о физиологическом значении гуттации.» *Ibid.*, vol. 6, (1928). With an English summary.
- STEWART, C., »The Absorption and Accumulation of Solutes by Living Plant Cells.» I. »Experimental Conditions which determine Salt Absorption by Storage Tissue.» *Protoplasma*, vol. 15, (1932).
- STILES, W., »The Absorption of Salts by Storage Tissues.» *Ann. Bot.*, vol. 38, (1924).
- a) ——— and KIDD, F., »The Comparative Rate of Absorption of Various Salts by Plant Tissue.» *Proc. Roy. London Soc., Ser. B.*, vol. 90, (1919).
- b) ——— and KIDD, F., »The Influence of External Concentration on the Position of the Equilibrium attained in the Intake of Salts by Plant Cells.» *Ibid.*, Ser. B., vol. 90, (1919).
- TRUBETSKOVA, O., »Влияние концентрации наружного раствора на поступление минеральных веществ в растение.» *Изв. Биолог. Н. Исслед. Инст. п. Перм. Госуд. Унив.*, vol. 5, (1927). With an English summary.
- TUEVA, O., »К вопросу об экзосмозе катионов из корневых систем.» *Ibid.*, vol. 4, (1926). With a German summary.
- »Исследование над усвоением фосфорной кислоты ячменем в водной культуре.» *Ibid.* vol. 6, (1929). With an English summary.
- WARÉN, H., »Über die Rolle des Calciums im Leben der Zelle auf Grund von Versuchen an *Micrasterias*.» *Planta*, vol. 19, (1933).









## ACTA BOTANICA FENNICA

1. **N:o 1. Alvar Palmgren:** Die Artenzahl als pflanzengeographischer Charakter sowie der Zufall und die säkulare Landhebung als pflanzengeographische Faktoren. Ein pflanzengeographischer Entwurf, basiert auf Material aus dem äländischen Schärenarchipel. Mit zwei Karten. Helsingforsiae 1925. S. 1—142.  
Acta Bot. Fenn. 1 hoc fasciculo absoluta sunt.
2. **Alvar Palmgren:** Die Einwanderungswege der Flora nach den Ålandsinseln. 1. Mit 57 Karten. Helsingforsiae 1927. S. 1—199.
3. **Carl Cedercreutz:** Studien über Laubwiesen in den Kirchspielen Kyrklätt und Esbo in Südfinnland. Mit besonderer Berücksichtigung der Verbreitung und Einwanderung der Laubwiesenarten. Mit 64 Karten und 10 Bildern. Helsingforsiae 1927. S. 1—181.
4. **L. Arvi P. Poijärvi:** Über die Basenpermeabilität pflanzlicher Zellen. Helsingforsiae 1928. S. 1—102.
5. **Hugo Bärlund:** Permeabilitätsstudien an Epidermiszellen von *Rhoeo discolor*. Helsingforsiae 1929. S. 1—117.
6. **Runar Collander:** Permeabilitätsstudien an *Chara ceratophylla*. I. Die normale Zusammensetzung des Zellsaftes. Helsingforsiae 1930. S. 1—20.
7. **Widar Brenner:** Beiträge zur edaphischen Ökologie der Vegetation Finnlands. I. Kalkbegünstigte Moore, Wiesen und Wiesenwälder. Helsingforsiae 1930. S. 1—97.
8. **Ole Eklund:** Über die Ursachen der regionalen Verteilung der Schärenflora Südwest-Finnlands. Eine Kausalitätsanalyse mit besonderer Berücksichtigung der Pflanzenwelt in den Kirchspielen Korpo und Houtskär. Mit 45 Figuren. Helsingforsiae 1931. S. 1—133.
9. **Widar Brenner:** Beiträge zur edaphischen Ökologie der Vegetation Finnlands. II. Wiesen. Helsingforsiae 1931. S. 1—58.
10. **Carl Cedercreutz:** Vergleichende Studien über die Laubwiesen im westlichen und östlichen Nyland. Mit 24 Karten im Text. Helsingforsiae 1931. S. 1—63.
11. **Runar Collander und Hugo Bärlund:** Permeabilitätsstudien an *Chara ceratophylla*. II. Die Permeabilität für Nichtelektrolyte. Helsingforsiae 1933. S. 1—114.
12. **Bertel Lemberg:** Über die Vegetation der Flugsandgebiete an den Küsten Finnlands. I. Teil. Die Sukzession. Mit 1 Karte, 7 Zeichnungen im Text und 8 Tafeln. Helsingforsiae 1933. S. 1—143.
13. **Bertel Lemberg:** Über die Vegetation der Flugsandgebiete an den Küsten Finnlands. II. Teil. Die Randdünen. Mit 2 Tafeln. Helsingforsiae 1934. S. 1—29.
14. **Bertel Lemberg:** Über die Vegetation der Flugsandgebiete an den Küsten Finnlands. III. Teil. Die einzelnen Flugsandgebiete. Mit 6 Tafeln. Helsingforsiae 1935. S. 1—75.
15. **Carl Cedercreutz:** Die Algenflora und Algenvegetation auf Åland. Mit 2 Karten, 6 Tafeln und 8 Figuren im Text. Helsingforsiae 1934. S. 1—120.
16. **Torsten Laine:** On the Absorption of Electrolytes by the Cut Roots of Plants and the Chemistry of Plant Exudation Sap. Helsingforsiae 1934. P. 1—64.